AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE

RAPPORT DE L'ASN

sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en 2021

L'Autorité de sûreté nucléaire présente
son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en 2021.

Ce rapport est prévu par l'article L. 592-31
du code de l'environnement.

Il a été remis au Président de la République,
au Premier ministre et aux Présidents du Sénat
et de l'Assemblée nationale, et transmis
à l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques
en application de l'article précité.

AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

MISSIONS
FONCTIONNEMENT
CHIFFRES CLÉS
ORGANIGRAMME

Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'ASN est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France.

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de société éclairés.

L'ASN décide et agit avec rigueur et discernement : son ambition est d'exercer un contrôle reconnu par les citoyens et constituant une référence internationale.

2006 15 2021
ANS

MISSIONS

RÉGLEMENTER

L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel et en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux.

AUTORISER

L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle accorde les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base (INB) telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

CONTRÔLER

L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations et activités entrant dans son champ de compétence. Depuis la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, les missions de l'ASN s'étendent à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Près de 1900 inspections ont ainsi été réalisées en 2021 dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mise en demeure, amende administrative, astreinte journalière, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations, etc.). L'amende administrative relève de la compétence d'une commission des sanctions placée au sein de l'ASN, respectant le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

INFORMER

L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias, etc.) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires. Le site Internet *asn.fr* est le mode privilégié d'information de l'ASN.

EN CAS DE SITUATION D'URGENCE

L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public et ses homologues étrangères de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

UN CONTRÔLE D'ACTIVITÉS ET D'INSTALLATIONS DIVERSIFIÉES

Centrales nucléaires, gestion des déchets radioactifs, fabrication et retraitement de combustibles nucléaires, colis de substances radioactives, installations médicales, laboratoires de recherche, activités industrielles, etc., l'ASN contrôle un ensemble d'activités et d'installations très varié.

Ce contrôle porte sur :

- 56 réacteurs nucléaires produisant 70 % de l'électricité consommée en France, ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- environ 80 autres installations participant à des activités de recherche civile, à des activités de gestion de déchets radioactifs ou à des activités du « cycle du combustible » ;
- 35 installations définitivement arrêtées ou en démantèlement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

LE RECOURS À DES EXPERTS

Pour prendre ses décisions, l'ASN s'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'IRSN. L'ASN sollicite également les avis et les recommandations de huit groupes permanents d'experts placés auprès d'elle et provenant d'horizons scientifiques et techniques divers.

LE COLLÈGE

Le collège définit la politique générale de l'ASN en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il est composé de cinq commissaires, dont le président, désignés pour six ans(*).

Bernard DOROSZCZUK Président	Sylvie CADET-MERCIER (*) Commissaire	Géraldine PINA JOMIR Commissaire	Laure TOURJANSKY (*)(**) Commissaire	Jean-Luc LACHAUME (*) Commissaire
du 13 novembre 2018 au 12 novembre 2024	du 21 décembre 2016 au 9 décembre 2023	du 15 décembre 2020 au 9 décembre 2026	du 21 avril 2021 au 9 décembre 2023	du 21 décembre 2018 au 9 décembre 2026
	DÉSIGNÉS PAR le Président de la République		DÉSIGNÉE PAR le Président du Sénat	DÉSIGNÉ PAR le Président de l'Assemblée nationale

(*) Le code de l'environnement, modifié par la loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017 portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes, prévoit le renouvellement du collège de l'ASN à l'exception de son président, par moitié tous les trois ans. Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 (codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire) a prévu les dispositions transitoires utiles et modifié la durée des mandats de trois commissaires.

(**) Par décret du Président de la République en date du 21 avril 2021, Laure Tourjansky a été nommée commissaire pour la durée du mandat restant à courir de Lydie Évrard, appelée à d'autres fonctions.

Impartialité

Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instructions ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution.

Indépendance

Les commissaires exercent leurs fonctions à temps plein. Leur mandat est d'une durée de six ans. Il n'est pas renouvelable. Il ne peut être mis fin aux fonctions d'un commissaire qu'en cas d'empêchement ou de démission constaté par le collège statuant à la majorité de ses membres. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Compétences

Le collège prend des décisions et rend des avis qui sont publiés au *Bulletin officiel* de l'ASN.
Le collège définit la politique de contrôle de l'ASN.
Le président nomme les inspecteurs de l'ASN.
Le collège décide de l'ouverture des enquêtes après incident ou accident.

Chaque année, il présente au Parlement le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*. Son président rend compte des activités de l'ASN aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat, ainsi qu'à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Le collège définit la politique de relations extérieures de l'ASN au plan national et au plan international.

LES SERVICES

L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président. Les services sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien et préparent les projets d'avis et de décisions pour le collège de l'ASN. Ils se composent :

- **de services centraux, organisés par thématiques,** qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale, tant sur les questions techniques que transverses (action internationale, préparation aux situations d'urgence, information des publics, affaires juridiques, ressources humaines et autres fonctions support). En particulier, ils préparent les projets de doctrine et de textes de portée générale, instruisent les dossiers techniques les plus complexes et les dossiers « génériques », c'est-à-dire se rapportant à plusieurs installations similaires ;
- **de 11 divisions territoriales,** compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer.
  Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. Elles représentent l'ASN en région et contribuent à l'information du public dans leur périmètre géographique. Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations, et assurent le contrôle des opérations de mise en sûreté de l'installation accidentée.

PERSONNEL

519
agents



85 %
de cadres

48 %
de femmes

317
inspecteurs

BUDGET

67,15 M€
de budget pour l'ASN (programme 181)



83 M€
de budget de l'IRSN consacrés à l'expertise pour l'ASN

ACTIONS DE L'ASN

1881
inspections dont 5 % réalisées à distance



26 733
lettres de suite d'inspection disponibles sur *asn.fr* au 31 décembre 2021

393
avis techniques de l'IRSN rendus à l'ASN

1917
décisions individuelles d'autorisation et d'enregistrement délivrées

8
réunions plénières des groupes permanents d'experts

INFORMATIONS

550
réponses aux sollicitations du public et des parties prenantes



63
notes d'information

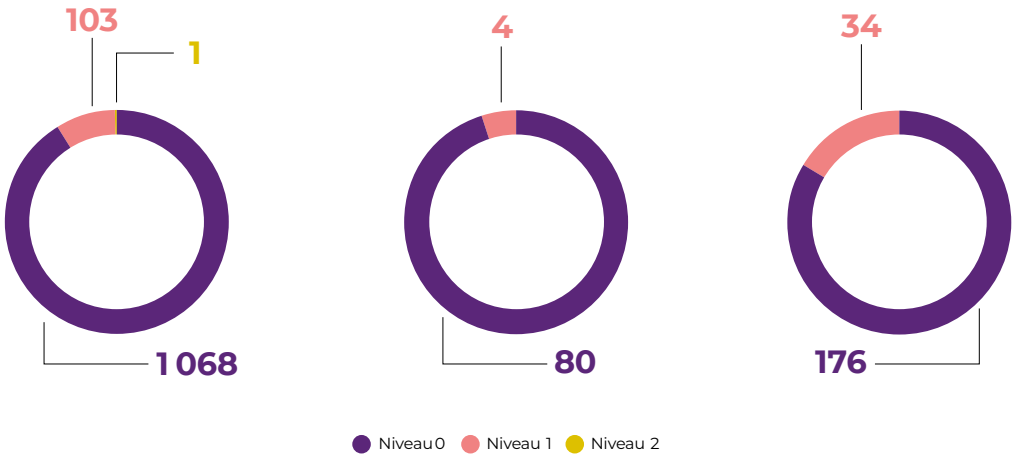
11
conférences de presse

NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS CLASSÉS SUR L'ÉCHELLE INES (*)

1 172
événements dans les installations nucléaires de base

84
événements dans le transport de substances radioactives

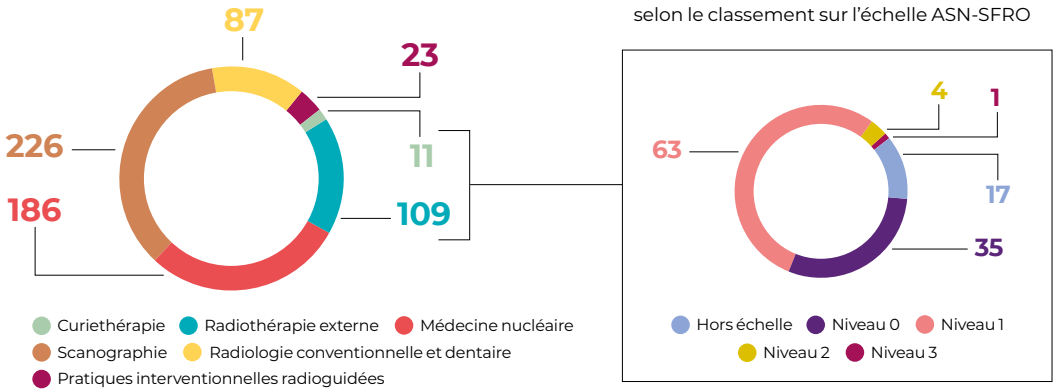
210
événements dans le nucléaire de proximité (médical et industriel)



NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DANS LE DOMAINE MÉDICAL (*)

642
événements significatifs par domaine d'exposition

120
événements significatifs de radiothérapie externe et curiethérapie
selon le classement sur l'échelle ASN-SFRO



(*) L'échelle internationale INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) *a été développée par l'AIEA afin d'expliquer au public l'importance d'un événement vis-à-vis de la sûreté ou de la radioprotection. Cette échelle est applicable aux événements survenant dans les INB et aux événements ayant des conséquences, potentielles ou réelles, sur la radioprotection du public et des travailleurs. Elle ne s'applique pas aux événements ayant un impact sur la radioprotection des patients, les critères habituellement utilisés pour classer les événements (dose reçue notamment) n'étant pas applicables dans ce cas.*

Comme il était pertinent de pouvoir informer le public sur les événements de radiothérapie, l'ASN a développé, en lien étroit avec la Société française de radiothérapie oncologique, une échelle spécifique aux événements de radiothérapie (échelle ASN-SFRO).

Ces deux échelles couvrent un champ relativement large des événements de radioprotection, à l'exception des événements d'imagerie.

COLLÈGE

PRÉSIDENT
Bernard DOROSZCZUK

COMMISSAIRES
Sylvie CADET-MERCIER
Géraldine PINA JOMIR
Jean-Luc LACHAUME
Laure TOURJANSKY

CHEFFE DE CABINET
Sylvie RODDE

COMMISSION DES SANCTIONS
PRÉSIDENT
Maurice MÉDA

DIRECTION GÉNÉRALE

DIRECTEUR GÉNÉRAL
Olivier GUPTA

DÉONTOLOGUE
Alain DORISON

DIRECTEURS GÉNÉRAUX ADJOINTS
Julien COLLET
Daniel DELALANDE
Anne-Cécile RIGAIL

INSPECTEUR EN CHEF
Christophe QUINTIN

DIRECTEUR DE CABINET
Vincent CLOÎTRE

MISSION EXPERTISE ET ANIMATION
Adeline CLOS

MISSION DE SOUTIEN AU CONTRÔLE
Julien HUSSE

SECRÉTARIAT GÉNÉRAL
Brigitte ROUÈDE

DIRECTIONS

CENTRALES NUCLÉAIRES
Rémy CATTEAU

ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION NUCLÉAIRES
Corinne SILVESTRI

DÉCHETS, INSTALLATIONS DE RECHERCHE ET DU CYCLE
Cédric MESSIER

TRANSPORT ET SOURCES
Fabien FÉRON

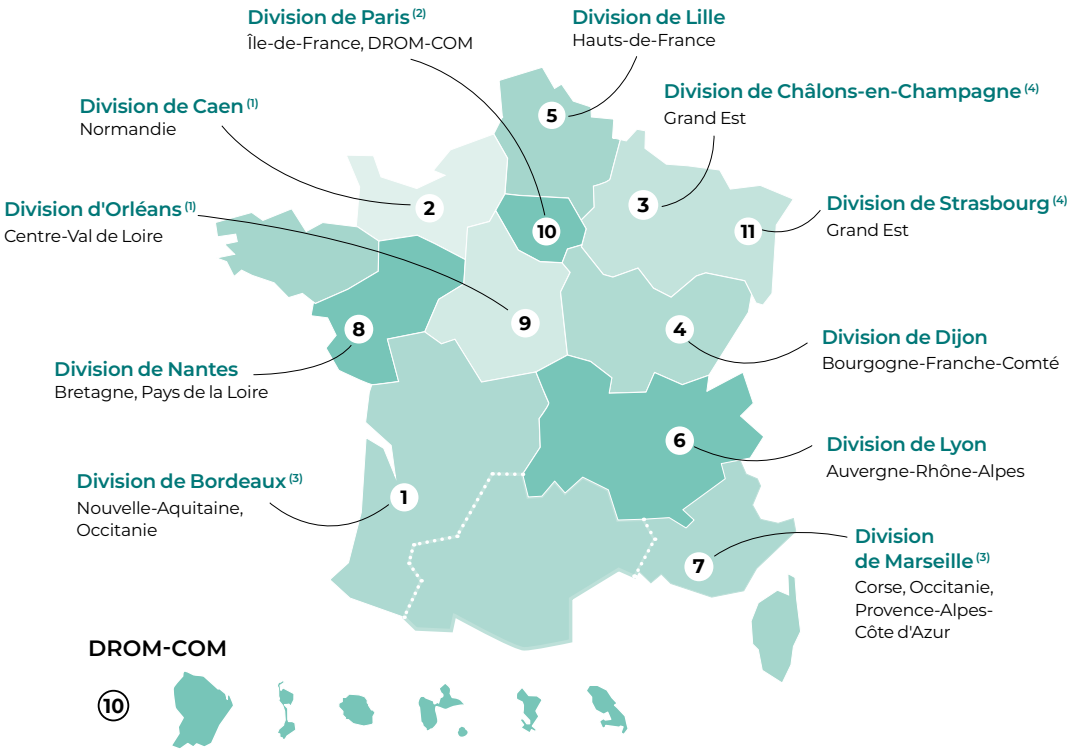
RAYONNEMENTS IONISANTS ET SANTÉ
Carole ROUSSE

ENVIRONNEMENT ET SITUATIONS D'URGENCE
Olivier RIVIÈRE

RELATIONS INTERNATIONALES
Luc CHANIAL

AFFAIRES JURIDIQUES
Olivia LAHAYE

INFORMATION, COMMUNICATION ET USAGES NUMÉRIQUES
Céline ACHARIAN



(1) Les divisions de Caen et Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des seules INB.

(2) La division de Paris intervient en Martinique, Guadeloupe, Guyane, Mayotte, Réunion, Saint-Pierre-et-Miquelon.

(3) Les divisions de Bordeaux et Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Occitanie.

(4) Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Grand Est.

DIVISIONS

1 BORDEAUX
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE
Alice-Anne MÉDARD
CHEF DE DIVISION
Simon GARNIER

2 CAEN
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Olivier MORZELLE
CHEF DE DIVISION
Adrien MANCHON

3 CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Hervé VANLAER
CHEF DE DIVISION
Mathieu RIQUART

4 DIJON
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Jean-Pierre LESTOILLE
CHEF DE DIVISION
Marc CHAMPION

5 LILLE
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Laurent TAPADINHAS
CHEF DE DIVISION
Rémy ZMYSLONY

6 LYON
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Jean-Phlippe DENEUVY
CHEFFE DE DIVISION
Nour KHATER

7 MARSEILLE
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE
Corinne TOURASSE
CHEF DE DIVISION
Bastien LAURAS

8 NANTES
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE
Anne BEAUVAL
CHEFFE DE DIVISION
Émilie JAMBU

9 ORLÉANS
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Hervé BRÛLÉ
CHEF DE DIVISION
Arthur NEVEU

10 PARIS
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE
Emmanuelle GAY
CHEFFE DE DIVISION
Agathe BALTZER

11 STRASBOURG
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Hervé VANLAER
CHEF DE DIVISION
Pierre BOIS

(*) Au 1er mars 2022.

Compétence
Indépendance
Rigueur
Transparence

asn.fr

info@asn.fr

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux

SOMMAIRE

Éditorial du collège p. 2 // Éditorial du directeur général p. 8 // Les appréciations de l'ASN p. 12 // Faits marquants 2021 p. 22 // Actualités réglementaires p. 30 // Le panorama régional de la sûreté nucléaire et de la radioprotection p. 38 //

01 p. 100
Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

02 p. 120
Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

03 p. 146
Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

04 p. 170
Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

05 p. 182
L'information des publics

06 p. 194
Les relations internationales

07 p. 206
Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

08 p. 236
Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

09 p. 266
Le transport de substances radioactives

10 p. 284
Les centrales nucléaires d'EDF

11 p. 318
Les installations du « cycle du combustible nucléaire »

12 p. 328
Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

13 p. 334
Le démantèlement des installations nucléaires de base

14 p. 352
Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

ANNEXE p. 372
Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2021

AVIS AU LECTEUR

- **Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.**
- **Seules les actualités réglementaires de l'année 2021 sont présentes dans cet ouvrage. L'ensemble de la réglementation est consultable sur *asn.fr*, rubrique « L'ASN réglemente ».**

ÉDITORIAL DU COLLÈGE

Les préoccupations de sûreté nucléaire doivent être placées au cœur des décisions de politique énergétique



De gauche à droite : **Jean-Luc LACHAUME,** Commissaire ; **Laure TOURJANSKY,** Commissaire ;
Bernard DOROSZCZUK, Président ; **Géraldine PINA JOMIR,** Commissaire ; **Sylvie CADET-MERCIER,** Commissaire.

Montrouge, le 1er mars 2022

En 2021, la sûreté des installations nucléaires ainsi que la radioprotection dans les secteurs médicaux, industriels et des transports de substances radioactives se sont maintenues à un niveau satisfaisant, en grande continuité par rapport au niveau constaté en 2020.

Ce qui ressort plus particulièrement de l'année 2021, et notamment de sa seconde partie, ce sont les fragilités industrielles qui touchent l'ensemble des installations nucléaires et le débat qui s'est installé sur les choix de politique énergétique et la place du nucléaire dans ces choix.

Sur ces sujets, l'ASN porte quatre messages clés :

1. Le système électrique français doit aujourd'hui faire face à une double fragilité inédite en matière de disponibilité qui touche tant les installations du « cycle du combustible » que le parc nucléaire des réacteurs. À cette fragilité s'est ajoutée la découverte inattendue d'un phénomène de corrosion sous contrainte sur plusieurs réacteurs d'EDF, qui constitue un événement sérieux du point de vue de la sûreté.

Ces situations et fragilités, qui résultent pour l'essentiel de l'absence de marge et d'un déficit d'anticipation, doivent servir de retour d'expérience pour l'ensemble de la filière nucléaire et les pouvoirs publics.

2. Les préoccupations de sûreté nucléaire doivent être placées au cœur des décisions de politique énergétique, au même niveau que les préoccupations de production d'électricité décarbonée à horizon 2050.

Dans les 5 ans qui viennent, EDF devra questionner et justifier individuellement la capacité des réacteurs les plus anciens à poursuivre leur fonctionnement au-delà de 50 ans, voire de 60 ans, de manière à permettre, dès que possible, d'en tirer les enseignements sur les capacités supplémentaires de production à prévoir.

Parallèlement, compte tenu du développement prévisible de l'électrification des usages, et au regard du besoin de maintenir des marges dans le système électrique, les pouvoirs publics devraient dûment peser, sauf impératif de sûreté, le choix affiché de l'arrêt définitif programmé de 12 réacteurs supplémentaires d'ici 2035.

Enfin, d'ici la fin de la décennie au plus tard, le Gouvernement devrait se prononcer sur la poursuite ou non du retraitement des combustibles usés à l'horizon de 2040 pour en anticiper les conséquences, en matière soit de rénovation des installations actuelles, soit de solutions alternatives à prévoir pour la gestion des combustibles usés.

3. La perspective d'une politique énergétique comportant une composante nucléaire de long terme doit être accompagnée d'une politique exemplaire en matière de gestion des déchets et du nucléaire historique.

Une telle politique suppose que des décisions soient prises, avant le terme du prochain Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), pour que tous les types de déchets disposent de filières de gestion opérationnelles dans les 15 à 20 ans à venir, et que les exploitants nucléaires se mobilisent davantage pour conduire, dans les délais prévus, les projets de reprise et de conditionnement sûr des déchets nucléaires historiques dont ils ont la responsabilité.

4. L'ASN réaffirme que les nouvelles perspectives de politique énergétique, quelles qu'elles soient, supposent un effort industriel considérable pour faire face aux enjeux industriels et de sûreté.

Si le nucléaire fait partie des choix faits pour assurer un mix énergétique décarboné à horizon 2050, la filière nucléaire devra mettre en place un véritable « plan Marshall » pour rendre industriellement soutenable cette perspective, et disposer des compétences lui permettant de faire face à l'ampleur des projets et à leur durée.

La qualité et la rigueur de la conception, de la fabrication et du contrôle des installations nucléaires, qui n'ont pas été au niveau attendu dans les derniers grands projets nucléaires engagés en France, constituent le premier niveau de défense en profondeur en matière de sûreté.

Une chaîne du combustible fragilisée, qui met le système électrique sous tension

L'industrie du « cycle du combustible » est constituée de l'ensemble des installations concourant à la production des combustibles neufs, au retraitement des combustibles usés et à la valorisation des produits issus du retraitement. Ces installations, non redondantes, constituent les maillons d'une chaîne dont le fonctionnement peut être perturbé si l'une d'entre elles est défaillante durablement.

Une série d'événements fragilise actuellement l'ensemble de la chaîne du « cycle du combustible » et constitue un point d'attention stratégique majeur pour l'ASN, dans la mesure où une accumulation de matières ou de déchets radioactifs non anticipée pourrait conduire à des conditions d'entreposage non satisfaisantes du point de vue de la sûreté.

La construction de la piscine centralisée d'entreposage des combustibles usés prévue par EDF pour répondre au risque de saturation des piscines actuelles à l'horizon 2030, dont le besoin avait été identifié depuis 2010, n'est pas encore démarrée ; cette piscine ne sera disponible au mieux qu'en 2034. Ce retard nécessitera la mise en place de parades pour augmenter les capacités d'entreposage existantes. La parade retenue par Orano, consistant à densifier l'entreposage dans les piscines actuelles de l'usine de La Hague, ne peut pas constituer une solution pérenne compte tenu des durées d'entreposage nécessaires, de l'ordre d'une centaine d'années, et des standards de sûreté les plus récents.

Par ailleurs, les difficultés de fonctionnement de l'usine Melox d'Orano rencontrées ces dernières années, qui se sont aggravées en 2021, induisent une saturation dès 2022 des capacités d'entreposage des matières plutonifères, du fait de la production d'une quantité importante de rebuts de fabrication. Ces difficultés conduisent dès à présent au « démoxage » de certains des réacteurs de 900 MWe qui utilisaient le MOX comme combustible. Elles pourraient également induire une saturation à une échéance plus proche que 2028-2029 des piscines d'entreposage des combustibles usés de l'usine de La Hague.

Enfin, la découverte d'une corrosion plus rapide que prévue à la conception sur les évaporateurs actuels de l'usine d'Orano La Hague réduit les capacités de retraitement jusqu'à la mise en service des nouveaux évaporateurs-concentrateurs de produits de fission et pourrait dégrader encore davantage la marge à la saturation des piscines de La Hague.

Globalement, ces situations traduisent un manque d'anticipation et de précaution du fait de l'absence de marge qui fragilise l'ensemble de la chaîne du « cycle du combustible » et qui pourrait, par ricochet, avoir des conséquences sur le fonctionnement des centrales nucléaires.

Une tension sur la disponibilité du parc nucléaire, qui rappelle le besoin de maintien des marges pour la sûreté

L'hiver 2021-2022 a été marqué par une moindre disponibilité du parc nucléaire que celle envisagée.

Plusieurs causes en sont à l'origine ; certaines étaient prévisibles, d'autres moins.

Le report de l'autorisation de mise en service de l'EPR de Flamanville, la mise à l'arrêt en 2020 des deux réacteurs de Fessenheim et le calendrier des opérations lourdes de maintenance (« grand carénage ») programmées à partir de 2018 étaient connus.

À cette moindre disponibilité prévisible dès 2018, s'est ajouté l'impact inattendu, identifié dès mi-2020, de la pandémie de Covid-19, notamment du premier confinement. Ce confinement a, en effet, conduit à étaler les opérations de maintenance et de rechargement en combustible des réacteurs, ce qui a eu pour conséquences de réduire les marges sur les capacités de production pour plusieurs hivers consécutifs.

Enfin, cet hiver, s'est ajouté la mise ou le maintien à l'arrêt des quatre réacteurs de Civaux et de Chooz du palier N4, puis d'un réacteur de Penly, pour des contrôles approfondis et des réparations, à la suite de la détection d'anomalies de corrosion sous contrainte sur des soudures du circuit d'injection de sécurité des réacteurs. Un programme de contrôle s'étalant sur plusieurs mois des réacteurs du parc nucléaire susceptibles d'être les plus affectés a été proposé par EDF.

Cette accumulation d'événements illustre le besoin impératif, maintes fois souligné par l'ASN à destination des pouvoirs publics et des acteurs de la filière nucléaire, de maintenir des marges dans le dimensionnement du système électrique et des installations pour pouvoir faire face à des aléas et ne pas avoir à arbitrer entre sûreté des installations et disponibilité de la fourniture d'électricité.

Des perspectives de nouvelle politique énergétique qui doivent intégrer dès à présent les préoccupations de sûreté

Dans le rapport du Réseau de transport d'électricité (RTE) d'octobre 2021, réalisé à la demande du Gouvernement, sur les « Futurs énergétiques » pour atteindre une économie décarbonée à l'horizon 2050, cinq des six scénarios présentés reposent sur un fonctionnement prolongé du parc nucléaire actuel.

À ce stade, les éléments à disposition de l'ASN lors de l'instruction générique du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe, sur lequel elle s'est prononcée en février 2021, ne permettent pas de conclure que la poursuite de fonctionnement de tous ces réacteurs au-delà de 50 ans est acquise. En effet, certains réacteurs présentent des spécificités qui pourraient conduire à ne pas pouvoir justifier, avec les méthodes actuelles, leur capacité à fonctionner jusqu'à 60 ans.

Par ailleurs, à plus long terme, l'un des scénarios envisagés par RTE présente un mix électrique avec une part d'électricité nucléaire proche de 50 % en 2050. La concertation avec les industriels a mis en évidence que le rythme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires pour atteindre un tel niveau apparaît difficilement soutenable, ce qui a conduit RTE à faire également reposer ce scénario sur le fonctionnement de quelques réacteurs au-delà de 60 ans et sur la poursuite d'exploitation des autres jusqu'à 60 ans.

Ce scénario, qui s'appuie sur des hypothèses structurantes de durée de fonctionnement non justifiées à ce stade en matière de sûreté, présente, en outre, le risque d'engager le système électrique dans une impasse dans le cas où le nombre de réacteurs aptes à fonctionner jusqu'à, ou au-delà, de 60 ans serait insuffisant et ne serait connu que tardivement. Par ailleurs, la mise à l'arrêt en quelques années d'un nombre conséquent de réacteurs construits dans une courte période de temps dans les années 80 présenterait un risque « d'effet falaise » sur les capacités de production électrique.

L'ASN estime que les choix de politique énergétique à l'horizon 2050 doivent être fondés sur des hypothèses robustes et justifiées en matière de sûreté.

Le choix d'une exploitation du parc nucléaire actuel au-delà de 50 ans et jusqu'à 60 ans devrait prévoir une étape de justification de cette perspective, avec des marges suffisantes pour pouvoir faire face à des aléas importants ou génériques.

En tout état de cause, si l'hypothèse d'une poursuite de fonctionnement de certains réacteurs au-delà de 60 ans était une option envisagée, elle devrait impliquer une instruction par anticipation afin de disposer d'un délai suffisant, d'au moins 15 ans, pour pouvoir ajuster les choix de politique énergétique au regard de ses conclusions, et ne pas conduire, faute d'anticipation, à ce que la poursuite de fonctionnement des réacteurs nucléaires résulte d'une décision subie au regard des besoins électriques ou hasardeuse en matière de sûreté.

Une forte mobilisation d'EDF qui doit se poursuivre en vue de la mise en service du réacteur EPR de Flamanville

Les activités relatives à la réparation des soudures des circuits secondaires (tuyauteries d'évacuation de la vapeur et d'alimentation en eau des générateurs de vapeur) de l'EPR de Flamanville ont fait l'objet d'une mobilisation importante d'EDF. En effet, du fait des écarts constatés, une centaine de soudures des circuits secondaires nécessitaient des réparations. EDF a réalisé des maquettes spécifiques et des essais pour qualifier les procédés de réparation. L'ASN a exercé une surveillance renforcée de ces chantiers afin de s'assurer de la qualité des nouvelles soudures. La réparation des soudures des circuits secondaires se poursuivra, selon le calendrier d'EDF, jusqu'en août 2022. D'autres travaux pour corriger les écarts restent à réaliser avant la mise en service, notamment ceux liés aux piquages *set-in* du circuit primaire.

Par ailleurs, en amont de l'autorisation de mise en service du réacteur, un travail important reste encore à mener sur de nombreuses thématiques présentant des enjeux de sûreté importants et identifiées depuis plusieurs années. En particulier, EDF doit réaliser de nombreuses analyses, incluant des essais, afin de justifier la conception de certains équipements, notamment la fiabilité des soupapes du pressuriseur et la performance de la filtration de l'eau réinjectée depuis le fond du bâtiment réacteur en situation d'accident. Cela pourrait dans certains cas nécessiter des modifications à mettre en œuvre en amont de la mise en service.

EDF doit aussi achever le programme d'essais requis en vue de la mise en service du réacteur et le compléter pour procéder à la requalification de l'installation après les modifications et les réparations.

Enfin, l'ASN est attentive à la prise en compte, par EDF, du retour d'expérience acquis sur les EPR mis en service en Finlande et en Chine. En particulier, en sus du dialogue technique approfondi engagé avec EDF, les anomalies sur les combustibles et notamment celles affectant le cœur du réacteur de Taishan font l'objet d'échanges d'expérience entre l'ASN et son homologue chinoise.

Une gestion des déchets et des matières qui doit, plus que jamais, être exemplaire

À la suite du débat public de 2019, un projet de PNGMDR couvrant la période 2021 – 2025 a été élaboré. Dans la continuité de ses avis sur chacune des filières de gestion des déchets, l'ASN a émis un avis sur ce projet. Elle considère qu'il répond globalement à l'objectif majeur : permettre que les décisions nécessaires soient prises avant son terme afin que des filières de gestion sûres soient opérationnelles, dans les 15 à 20 ans à venir, pour tous les types de déchets radioactifs. Dans le cadre du comité de suivi dont elle assure la co-présidence, l'ASN portera une attention particulière au respect des échéances stratégiques.

L'ASN souligne la concomitance d'enjeux de sûreté à court terme, liés aux dysfonctionnements constatés sur certaines installations du « cycle », et à plus long terme. La poursuite de la politique de retraitement au-delà de 2040 n'est, à ce stade, pas déterminée par la programmation pluriannuelle de l'énergie. Quelle que soit l'option retenue, arrêt ou poursuite du retraitement des combustibles usés, la conception et l'examen des installations qui en découlent nécessitent une anticipation importante.

À la demande de l'ASN, le CEA et Orano ont élaboré des stratégies pour mener plusieurs projets de démantèlement, de grande envergure, sur des installations anciennes. Elles s'inscrivent dans un effort de priorisation au regard des enjeux de sûreté. Dans cette optique, l'ASN a souligné la nécessité de prioriser la reprise des déchets et le démantèlement des installations présentant les plus forts risques pour les personnes et l'environnement, et de respecter les calendriers définis. La reprise et le conditionnement d'anciens déchets sont des étapes préalables, prioritaires mais complexes, car ils nécessitent des développements de techniques adaptées. Ils présentent, tout particulièrement, des risques de retards. Lorsque la faisabilité du conditionnement définitif ne peut être établie dans des délais prévus, l'ASN demande que soit développée une solution alternative, en sécurisant la reprise des déchets, indépendamment de leur conditionnement.

Dans une perspective de nouveau nucléaire, l'ensemble de la filière doit être mobilisée pour mettre en œuvre, le plus rapidement possible, des solutions concrètes de gestion des situations héritées du passé.

Dans le domaine médical, un niveau de radioprotection qui se maintient malgré la pandémie de Covid-19

L'exposition médicale représente toujours, en 2021, la première cause d'exposition aux rayonnements ionisants d'origine artificielle, avec cette particularité d'apporter un bénéfice pour le patient dans la mesure où la prescription de l'acte est justifiée. La justification est donc un principe fondamental de radioprotection, d'où l'importance de sa mise en œuvre et de son contrôle. Lors de l'émergence de nouvelle technique ou modalité, par exemple, la bonne collaboration entre les différents acteurs médicaux et institutionnels est nécessaire.

Lorsqu'une crise met en tension, sur une longue durée et de manière inattendue, des structures de soin comme l'a fait la pandémie de Covid-19, la maîtrise des

fondamentaux de la culture de radioprotection devient le meilleur garant du haut niveau de radioprotection attendu dans le domaine médical. Dans cet objectif, les décisions et les contrôles de l'ASN visent la mise en place d'un système de management de la qualité responsabilisant chacun, du décideur à l'acteur, et proportionné aux enjeux de radioprotection pour l'ensemble des domaines diagnostic, interventionnel et thérapeutique. Ce système doit intégrer, à terme, les modalités de conduite des audits externes par les pairs et, pour la radiothérapie, en cas d'utilisation d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau type de pratique, le recueil et l'analyse des informations concernant les bénéfices attendus pour le patient et les risques associés. L'ASN insiste sur l'importance de la démarche de retour d'expérience des événements indésirables (événements significatifs de radioprotection – ESR), qui enrichit l'étude des risques *a priori* et contribue à l'amélioration continue de la sécurité des pratiques en recherchant les causes profondes des ESR, quelle que soit leur origine (matérielles, humaines, organisationnelles, etc.).

Face à la technicité croissante dans un domaine où les innovations sont importantes et rapides, le respect du principe d'optimisation en radioprotection constitue une préoccupation majeure. L'ASN rappelle l'importance de l'anticipation des changements et du respect de la courbe d'apprentissage lors de l'arrivée de nouveau matériel ou la mise en œuvre de nouvelles techniques. Par ailleurs, en médecine nucléaire thérapeutique, l'essor de la radiothérapie interne vectorisée nécessite d'anticiper l'arrivée de nouvelles molécules et l'augmentation du nombre de patients traités.

Une préparation à la gestion post-accidentelle qui s'appuie sur des démarches innovantes et partenariales

Les travaux menés en 2021 par le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (Codirpa), dans le cadre du mandat adressé par le Premier ministre du 18 juin 2020 à l'ASN, ont permis plusieurs avancées concrètes, fondées sur une écoute et une association des acteurs concernés.

Les « questions-réponses pour les professionnels de santé » relatives aux conséquences d'un tel accident ont été préparées, au niveau territorial et national, avec les professionnels de santé, identifiés comme des tiers de confiance en cas de crise. Cette méthode assure la pertinence des questions traitées, la qualité des réponses apportées et favorise une bonne appropriation.

Dans la même logique, l'élaboration de consignes relatives à l'alimentation en situation post-accidentelle s'est appuyée sur les travaux d'un groupe pluraliste d'experts, puis une mise en débat auprès de quatre panels citoyens à proximité de centrales nucléaires. Il s'agit d'une première pour tester la compréhension des sujets, la pertinence des pistes de travail, et recueillir les avis de populations concernées.

Enfin, la réflexion menée sur l'information et la sensibilisation nécessaires pour renforcer la culture de sécurité et de radioprotection a été menée par public cible. Compte tenu de la richesse des actions déjà engagées, un état des lieux des bonnes pratiques sera le socle du rapport du Codirpa. Il permettra d'identifier comment mobiliser les différents acteurs pour mettre en œuvre les actions les plus efficaces dans chaque territoire.

Ces démarches partenariales permettent d'éclairer la décision et de s'inscrire dans une approche pragmatique du développement, indispensable, de la culture de sécurité et de radioprotection. Les recommandations du Codirpa au Premier ministre s'appuieront sur l'ensemble de ces travaux d'écoute et d'expertise. ■

ÉDITORIAL DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

Un contrôle responsable, alliant constance et adaptation

Montrouge, le 1er mars 2022

La dernière décennie a été marquée par les suites de l'accident de Fukushima et les difficultés de l'industrie nucléaire française. Au cours de cette période, les parties prenantes appelaient à renforcer la sûreté et les contrôles. Aujourd'hui, c'est la sécurité d'approvisionnement électrique qui est le centre de toutes les attentions, suscitant des questions relatives au coût de la sûreté ou au caractère potentiellement excessif de la réglementation.

Par-delà les cycles de grâce et de disgrâce du nucléaire et les prises de position sur le trop ou le trop peu de sûreté, l'ASN a toujours cherché, sans dévier de principes fondamentaux, à adapter aux enjeux du moment le contrôle qu'elle exerce.

Permanence de principes fondamentaux, parce qu'ils correspondent à des convictions sur la manière d'exercer le contrôle et parce que le nucléaire, domaine du temps long, requiert un cadre stable : le *stop and go* et le manque de visibilité ne jouent pas en faveur de la sûreté.

Adaptation, parce que les installations, les exploitants et le tissu de sous-traitants évoluent, sur les plans technique, humain, financier, industriel. Ainsi, en 2017, l'ASN avait défini un plan stratégique pour exercer le contrôle le plus efficace possible dans un contexte où l'industrie nucléaire devait faire face à des investissements colossaux, alors que les exploitants nucléaires étaient confrontés à des difficultés budgétaires ou financières.

Cinq ans plus tard, alors que l'ASN élabore un nouveau plan stratégique, quelles sont les évolutions accomplies en matière de contrôle ? Quels sont les enjeux nouveaux ?

L'ASN a conforté les principes fondamentaux de son contrôle

Un contrôle plus responsabilisant

La conviction de l'ASN a toujours été qu'un bon niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection ne peut être atteint que si les exploitants nucléaires assument pleinement leur responsabilité première en la matière. L'action de l'ASN vise à ce qu'ils l'assument effectivement.

Pour se prononcer sur le redémarrage des réacteurs nucléaires à l'issue des arrêts pour maintenance, l'ASN examinait de nombreux documents par lesquels EDF justifiait le maintien en l'état de matériels, malgré des écarts constatés. L'ASN a fait évoluer ces dernières années le contrôle des arrêts de réacteurs en remplaçant cet examen systématique de documents par des contrôles ciblés sur site, tandis que, parallèlement, EDF a mis la priorité sur la résorption au plus tôt des écarts plutôt que sur la justification de leur caractère acceptable. Cette démarche illustre une posture de l'exploitant plus responsable avec un contrôle par l'ASN qui l'y incite, au bénéfice de la sûreté.

Un contrôle plus proportionné aux enjeux

Le principe internationalement reconnu de proportionnalité des moyens aux enjeux veut que les exploitants et les professionnels focalisent leurs moyens, par essence finis, sur les sujets à plus forts enjeux de sûreté nucléaire ou de radioprotection. La mise en application de ce principe est une préoccupation permanente, dans la mesure où l'ASN oriente l'allocation des moyens des exploitants par les demandes qu'elle formule ou les questions qu'elle pose.

L'ASN a accentué ses efforts en faveur d'une « approche graduée » du contrôle. Ainsi, dans le nucléaire de proximité, la refonte des régimes administratifs opérée ces dernières années a permis d'alléger les dossiers



Olivier GUPTA

demandés et les instructions réalisées pour les activités à plus faibles enjeux de radioprotection. De même, l'ASN a recentré ses inspections sur les activités à plus forts enjeux.

Cette nécessaire proportion aux enjeux n'est pas toujours comprise sur les grosses installations nucléaires, tout sujet touchant une centrale nucléaire pouvant être perçu comme important : cela crée parfois des décalages entre enjeux réels et traitement médiatique. Pourtant, le réalisme et le pragmatisme commandent, dans l'intérêt de la sûreté, que l'approche proportionnée continue de prévaloir, et qu'elle soit même confortée ces prochaines années.

Un renforcement du dialogue technique

Contrairement aux idées reçues, la réglementation française en matière de sûreté nucléaire est peu volumineuse, et centrée sur des objectifs à atteindre : elle comporte peu de prescriptions de moyens. Elle présente l'avantage de permettre à chaque exploitant de définir les dispositions les plus adaptées, et de ne pas faire obstacle aux innovations.

> « L'ASN a toujours cherché, sans dévier de principes fondamentaux, à adapter aux enjeux du moment le contrôle qu'elle exerce. »

Ce n'est donc pas tant sur la réglementation, mais sur un dialogue technique approfondi entre l'exploitant et l'ASN, épaulée par ses Groupes permanents d'experts et par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), que repose la sûreté nucléaire. L'ASN a déployé, entre 2018 et 2022, un plan de renforcement du pilotage des instructions techniques et de son implication dans ce dialogue, qui permet de mettre les considérations techniques au centre des décisions.

Pourtant, force est de constater qu'au fil des années, la manière dont la réglementation est déclinée s'est complexifiée, de même que le dialogue technique a pu conduire à une multiplication des règles internes rédigées par les exploitants, à tel point qu'elles en deviennent difficilement applicables voire perdent de leur sens pour les agents sur le terrain. Un des défis des prochaines années sera de parvenir à maîtriser l'inflation du nombre de règles.

Une participation des publics à l'élaboration des décisions

L'association des publics aux processus d'élaboration des décisions ouvre un espace d'échange, non seulement sur les objectifs de protection visés mais également sur les modalités de leur déclinaison technique par l'exploitant. Cette implication doit améliorer dans la durée la compréhension des enjeux, accroître la confiance dans le processus décisionnel et, autant que possible, l'enrichir en permettant de bien cerner les questions jugées prioritaires par les parties prenantes et d'y apporter des réponses. L'ASN a ainsi mis en œuvre, en lien avec l'IRSN, des sessions d'échanges techniques et de concertation sur des sujets majeurs tels que les quatrièmes réexamens de sûreté des réacteurs nucléaires ou bien encore sur le projet de densification des piscines d'entreposage de combustibles usés à La Hague.

L'ASN a mis en place de nouveaux dispositifs de contrôle

Le retour d'expérience de l'affaire du Creusot

À la suite de la découverte, à partir de 2016, d'irrégularités dans les dossiers de fabrication (parfois anciens) de certaines pièces de réacteurs nucléaires à l'usine Framatome du Creusot, l'ASN a, comme elle s'y était engagée auprès des parlementaires, mis en place un dispositif de prévention, de détection et de traitement des fraudes et falsifications : création d'un formulaire en ligne pour faciliter les signalements par les lanceurs d'alerte ; mise en place d'une cellule d'analyse systématique de ces signalements, donnant lieu à des investigations chaque fois que nécessaire ; réalisation d'inspections ciblées sur les fraudes, avec une méthodologie d'investigation spécifique permettant le recoupement d'informations.

Le contrôle de la sécurité des sources radioactives

Une ordonnance de 2016 a confié à l'ASN le contrôle de la protection contre les actes de malveillance des sources radioactives utilisées hors des installations suivies par d'autres autorités. Un arrêté, paru en 2019, définit les dispositions à respecter par les détenteurs de sources et sert de cadre pour les vérifications en inspections. L'ASN a donc pu, sur cette base, intégrer le contrôle de la sécurité des sources dans les inspections qu'elle réalise dans les activités nucléaires de proximité. Ce contrôle se fait dans le respect des règles relatives à la protection du secret des informations sensibles.

Le contrôle des projets complexes

L'ASN a souhaité revoir le contrôle qu'elle exerce sur les projets de démantèlement et de reprise des déchets anciens, qui sont l'objet de retards récurrents de la part des exploitants, en partie du fait de leur complexité et de la nécessité d'adapter les opérations au fur et à mesure de ce qui est découvert. Plutôt que de renforcer le niveau de détail technique des contrôles, l'ASN, s'inspirant de ce qui est pratiqué par son homologue britannique, a développé une méthodologie de contrôle de ces projets, visant à identifier de manière anticipée les potentielles dérives, et de pousser les exploitants à prendre à temps les mesures correctives. Des inspections en ce sens ont ainsi été menées chez Orano et chez EDF. Elles seront étendues prochainement aux projets gérés par le CEA et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

L'ASN a fait évoluer son fonctionnement interne

Un renforcement des compétences

L'ASN constate qu'elle est confrontée, année après année, à des sujets de plus en plus complexes. Il peut s'agir de l'analyse de phénomènes physiques non prévus à la conception, ou de l'utilisation par les exploitants de calculs de plus en plus sophistiqués pour prouver la sûreté de leurs installations. Il peut s'agir, dans un registre très différent, de la capacité de contrôle par l'ASN de la chaine de fournisseurs.

Ces enjeux nécessitent des compétences spécifiques longues à acquérir, ainsi qu'un accroissement de l'expérience cumulée du personnel de l'ASN dans le domaine des risques et du nucléaire. L'ASN a ainsi développé ces dernières années les parcours de carrière en son sein, de façon à disposer de personnels ayant travaillé un nombre plus importants d'années dans le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle s'attache également, au-delà de la question du nombre, à recruter des agents plus expérimentés qu'auparavant, sur des postes dits « seniors ». Ces démarches devront être poursuivies.

Une transformation numérique bien avancée

L'ASN a lancé, dès 2017, un ambitieux programme de transformation numérique. Elle a remporté plusieurs appels à projet de la Direction du numérique de l'État qui lui ont permis de bénéficier d'un accompagnement pour développer le traitement des données : par exemple, un outil d'exploration de données dans les plus de 26 000 lettres de suite permet désormais de mettre en rapport des constats faits en inspection sur un même thème, et de dégager des signaux faibles jusqu'ici difficilement repérables.

La transformation numérique vise aussi à simplifier les démarches pour les assujettis : l'ASN a ainsi développé un portail de téléservices pour faciliter le dépôt des dossiers de déclaration ou d'enregistrement des activités nucléaires de proximité.

La crise liée à la pandémie de Covid-19 a accéléré ce processus, et conduit à développer de nouvelles pratiques, telles que les inspections à distance, qui ne visent pas à remplacer le contrôle sur site mais lui sont complémentaires.

L'ASN a engagé une réflexion sur les enjeux futurs et les évolutions auxquelles elle doit se préparer

Conjointement aux travaux internes d'analyse, l'ASN a fait procéder à une « écoute externe », pour recueillir le point de vue de ses principaux interlocuteurs. Quatre enjeux principaux ressortent de ces travaux préliminaires.

Tout d'abord, l'ASN devra contrôler un parc d'installations et d'activités nucléaires en période de transition, dans la mesure où se pose, pour nombre d'entre elles, la question de la poursuite de leur fonctionnement et, de ce fait, la nécessité de prévoir l'échéance de leur arrêt. Les projets d'installations neuves visant à en remplacer certaines, auxquels s'ajoutent les chantiers déjà en cours, vont amener l'ASN à contrôler un nombre d'installations neuves (en conception ou en chantier) inégalé depuis longtemps : le réacteur de recherche Jules Horowitz, ITER, l'installation de stockage de déchets Cigéo, la piscine d'entreposage centralisé des combustibles usés, et possiblement des EPR2 ou des petits réacteurs modulaires (SMR). L'ASN doit s'y préparer, de façon à pouvoir instruire les demandes correspondantes sans retard et sans compromis en termes de sûreté.

Dans le milieu médical, les enjeux majeurs sont liés aux questions d'organisation et de compétence dans un contexte de tension sur les effectifs : comme dans les installations nucléaires, les questions de facteurs sociaux, organisationnels et humains ont une place prépondérante, et l'ASN devra encore renforcer ses compétences et ses méthodes de contrôle dans ce domaine.

Un enjeu nouveau est l'attente de nos concitoyens de plus d'écoute et de pédagogie de la part de l'État. Dans les domaines de la gestion des risques, on constate que de meilleurs résultats sont obtenus quand l'État incite chacun à être acteur de sa propre sécurité. Ceci implique une bonne compréhension des mesures prises : la posture de gendarme ne suffit pas ; il faut que les responsables d'activité, les décideurs, et les acteurs territoriaux s'approprient réellement les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Sur le plan international, un élément marquant de la période qui s'ouvre est l'évolution de la géopolitique. D'une part, le centre de gravité du nucléaire se déplace vers l'Asie. D'autre part, certains pays privilégient une approche nationale, et la pandémie de Covid-19 a rendu plus difficiles les échanges internationaux. L'ASN devra donc redoubler d'effort pour faire prévaloir, en lien avec ses partenaires européens, une vision ambitieuse de la sûreté nucléaire à l'échelle internationale.

Enfin, l'ASN devra continuer d'adapter ses modes de fonctionnement pour rester attractive, et se doter de compétences pour faire face aux nouveaux enjeux.

*

Beaucoup d'évolutions ont été mises en œuvre ces dernières années pour adapter tant l'ASN que le contrôle qu'elle exerce au contexte, lui-même évolutif. La crise liée à la pandémie de Covid-19, qui a pesé sur les personnels de l'ASN comme sur tous nos concitoyens ces deux dernières années, n'a pas empêché l'ASN de prendre en temps et en heure les décisions les plus attendues, ni de conduire les instructions et inspections moins médiatiques mais qui font son quotidien et fondent la crédibilité du contrôle. Je remercie tous les personnels de l'ASN de leur engagement, tout comme j'en remercie les personnels de l'IRSN ainsi que les membres des groupes d'experts placés auprès de l'ASN qui, par leurs expertises, nous ont apporté un appui précieux dans les instructions.

Préparer l'ASN au contrôle d'installations nouvelles, faire en sorte que les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection soient pris en compte avec suffisamment d'anticipation et que l'ensemble des acteurs se les approprient, faire prévaloir un haut niveau de sûreté en Europe et dans le monde, attirer les talents dont nous avons besoin : autant de nouveaux défis autours desquels les équipes de l'ASN sauront se mobiliser. ■

LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN

L'ASN exerce sa mission de contrôle en utilisant, de façon complémentaire et adaptée à chaque situation, l'encadrement réglementaire, les décisions individuelles, l'inspection et, si nécessaire, des actions de coercition et de sanction, afin que soient maîtrisés au mieux les risques des activités nucléaires pour les personnes et l'environnement. L'ASN rend compte de sa mission et porte une appréciation sur les actions de chaque exploitant et par domaine d'activité.

Les appréciations de l'ASN **par exploitant**

EDF

Les centrales nucléaires en fonctionnement

L'année a été particulièrement chargée pour EDF en matière d'activités industrielles, après une année 2020 perturbée par la pandémie de Covid-19. Pour autant, l'ASN considère que la qualité d'exploitation des installations s'est maintenue à un niveau satisfaisant. Toutefois, les performances de certaines centrales nucléaires en matière de sûreté apparaissent durablement en retrait. Des progrès ont été constatés en matière de radioprotection après deux années de recul ; ils devront être confirmés en 2022. La fin de l'année 2021 a été marquée par la découverte de fissures sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire de plusieurs réacteurs.

L'EXPLOITATION

La qualité de la surveillance des paramètres d'exploitation en salle de commande est restée à un niveau satisfaisant en 2021. Les améliorations constatées en 2020 ont perduré, ce malgré une augmentation de l'activité industrielle des centrales nucléaires. Toutefois, les situations pour lesquelles le réacteur a été exploité en dehors des limites prévues ont augmenté, leur nombre en 2021 étant équivalent à celui observé en 2019.

Pour assurer la maîtrise du risque d'incendie, EDF doit encore améliorer la gestion des entreposages et des stockages de matériels qui représentent des potentiels calorifiques importants, ainsi que la gestion de la sectorisation permettant de circonscrire les feux.

L'organisation mise en place pour gérer les compétences, les habilitations et la formation est restée satisfaisante en 2021, malgré des retards en matière de formation dus à la pandémie de Covid-19.

L'ASN a constaté, en 2021, une bonne maîtrise des procédures de conduite en situation d'accident. EDF a mis en œuvre des dispositions pour résorber les erreurs et imprécisions qui entachent les documents opératoires utilisés par les équipes de conduite dans ces situations.

Les inspections de l'ASN portant sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence relevant d'un plan d'urgence interne (PUI). Toutefois, EDF doit poursuivre ses efforts en matière de délai de mobilisation lors d'une situation d'urgence.

Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont généralement pertinentes et l'identification des causes organisationnelles continue de progresser. L'ASN observe que de nombreux événements trouvent leur origine dans des problèmes de qualité de la documentation

mise à disposition des équipes chargées de l'exploitation ou de la maintenance des réacteurs ; des dysfonctionnements perdurent dans les processus de création et de mise à jour de cette documentation.

LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS

L'ASN constate, depuis plusieurs années, une amélioration de la gestion des écarts affectant les installations. En particulier, EDF privilégie davantage la résorption rapide des écarts. Les efforts doivent être poursuivis afin de pérenniser le nouveau processus mis en place. Toutefois, à l'instar des années précédentes, l'ASN considère que la conformité des installations aux règles qui leur sont applicables doit être sensiblement améliorée. EDF doit poursuivre les actions de contrôle ciblées qu'elle déploie progressivement depuis plusieurs années. En particulier, les contrôles spécifiques mis en œuvre lors des quatrièmes visites décennales permettent de détecter un nombre important d'écarts. Certains de ces écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications des installations.

Fin 2021, EDF a détecté des fissures, liées à de la corrosion sous contrainte, sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire de plusieurs réacteurs. Ce sujet va conduire à un programme de contrôle et à des réparations d'ampleur.

LA MAINTENANCE

D'une manière générale, l'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été assez satisfaisante en 2021. L'ASN constate qu'EDF donne davantage la priorité à la sérénité du déroulement des activités de maintenance et de modification lors des arrêts de réacteur, ce qui bénéficie à la sûreté.

Toutefois, l'ASN a encore relevé en 2021 des points à améliorer concernant la maintenance des réacteurs, comme la prise en compte des différents risques générés par les activités, leur bonne préparation et la qualité du contrôle technique. Dans le cadre des nombreuses activités de maintenance induites par la poursuite du fonctionnement des réacteurs et par le grand carénage, l'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier à ces difficultés et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

Concernant la surveillance exercée par EDF des activités sous-traitées, les améliorations constatées en 2019 et en 2020 se sont confirmées en 2021, même si des fragilités restent présentes sur certains sites.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'ASN considère que la gestion des rejets des différentes centrales nucléaires est globalement maîtrisée.

En 2021, les inspections de l'ASN avec des mises en situation ont montré que la plupart des centrales nucléaires est en capacité d'assurer le confinement d'un volume important de substances dangereuses liquides en situation accidentelle. Elles ont permis aussi d'identifier des actions correctives à mettre en œuvre. Des contrôles ont également été menés par l'ASN sur la prévention des fuites d'hexafluorure de soufre, gaz à fort effet de serre. Le plan d'action défini par EDF pour prévenir, détecter et réparer de manière réactive les fuites est satisfaisant ; sa mise en œuvre doit se poursuivre.

L'ASN considère que des actions correctives doivent être menées sur la gestion des déchets, notamment en matière de signalétique, de respect des référentiels d'exploitation des aires extérieures et d'entreposage sur des espaces non autorisés.

LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

L'ASN a constaté, en 2021, des améliorations en matière de prise en compte des enjeux liés à la radioprotection des travailleurs sur plusieurs centrales nucléaires après des années 2019 et 2020 marquées par une dégradation. Pour autant, des écarts de comportement perdurent et la situation reste préoccupante sur certains sites. EDF doit poursuivre les actions entreprises pour améliorer la prise en compte de la radioprotection.

La situation en matière de santé et de sécurité au travail s'est dégradée au second semestre 2021 ; le nombre d'accidents et d'événements dont les conséquences auraient pu être graves a en effet augmenté. Des progrès sont attendus en 2022 pour améliorer la gestion des situations à risque pour les travailleurs, notamment en matière d'équipements de travail et particulièrement d'appareils de levage, de risques d'explosion et d'incendie et de risques électriques.

LA POURSUITE DE FONCTIONNEMENT DES RÉACTEURS

Les modifications ambitieuses des installations et des modalités d'exploitation prévues par EDF dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs conduisent à des améliorations significatives de la sûreté des installations et permettront de rapprocher leur niveau de sûreté de celui des réacteurs de troisième génération. EDF mobilise des capacités importantes d'ingénierie pour ces réexamens.

L'ASN considère que l'ensemble des dispositions prévues par EDF et celles qu'elle a prescrites ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) pour les 10 ans suivant leur quatrième réexamen périodique. La déclinaison, sur chaque réacteur, de ce réexamen comprend des examens spécifiques et tient compte des particularités de chaque installation.

Le rythme des quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe s'est accéléré : EDF a engagé en 2021 quatre visites décennales, qui se sont déroulées de manière satisfaisante, et les travaux préparatoires des suivantes.

LES APPRÉCIATIONS CENTRALE PAR CENTRALE

Les appréciations de l'ASN sur chaque centrale nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

En matière de sûreté, les centrales nucléaires de Saint-Alban et de Civaux se sont distinguées favorablement en 2021. Les performances des centrales nucléaires de Golfech, Gravelines et, dans une moindre mesure, Flamanville ont été en retrait par rapport aux autres réacteurs exploités par EDF.

En matière de radioprotection, les centrales nucléaires de Civaux, Paluel et Saint-Alban se distinguent de manière positive. L'ASN considère que les centrales nucléaires de Dampierre-en-Burly, Gravelines et dans une moindre mesure Cruas-Meysse ont été en retrait.

En matière de protection de l'environnement, la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux s'est distinguée de manière positive. Au contraire, les centrales nucléaires de Dampierre-en-Burly et, dans une moindre mesure, Chinon et Cruas-Meysse ont été en retrait.

Le réacteur EPR de Flamanville en cours de construction

En 2021, EDF a poursuivi les travaux d'achèvement de l'installation, l'intégration de modifications sur certains équipements et l'élaboration des différents documents nécessaires au futur fonctionnement du réacteur. Les travaux de réparation des soudures des circuits secondaires principaux (CSP) se sont poursuivis dans de bonnes conditions. EDF mobilise des moyens importants pour ces réparations.

EDF a mis en œuvre les actions nécessaires de conservation des équipements installés jusqu'à la mise en service. Elle a également poursuivi les contrôles réalisés dans le cadre de la revue de qualité des matériels, engagée après la détection des écarts survenus lors de la réalisation de soudures des CSP. L'organisation mise en place par EDF pour la réalisation et la surveillance de ces activités est satisfaisante.

Un travail important reste à mener en matière de travaux et d'instruction avant la mise en service du réacteur. Cela concerne en particulier la conception et la fiabilité des soupapes du circuit primaire, les réparations des soudures des CSP, les écarts portant sur trois piquages du circuit primaire principal et le traitement thermique de détensionnement de soudures d'équipements sous pression nucléaires, les performances du système de filtration du réservoir d'eau interne à l'enceinte de confinement, et les différentes anomalies constatées sur les cœurs des réacteurs EPR de Taishan, dont les percements de gaines de combustible observés en 2021.

Les centrales nucléaires en démantèlement et les installations de gestion des déchets

L'ASN estime que les opérations de démantèlement et de gestion des déchets ont été menées dans des conditions de sûreté globalement satisfaisantes en 2021.

EDF donne la priorité à la réduction des risques dans ses installations définitivement arrêtées. L'année 2021 a notamment été marquée par l'évacuation de l'ensemble du combustible du réacteur 1 de Fessenheim, arrêté en février 2020. Le combustible du réacteur 2 doit, quant à lui, être évacué avant fin 2023. Les autres réacteurs (Brennilis, Superphénix, réacteurs UNGG) n'abritent plus de combustible. Les principaux enjeux de sûreté concernent donc le confinement des substances radioactives et la radioprotection. Certaines installations présentent également un risque supplémentaire lié à la présence d'amiante, parfois combiné à la présence de contaminations radiologiques, qui rendent les conditions d'intervention plus complexes.

L'année 2021 a été marquée par la reprise de l'essentiel des chantiers de démantèlement, interrompus en partie au cours de l'année 2020 en raison de la pandémie de Covid-19.

Les chantiers de démantèlement « hors caisson réacteur » sur les sites de Saint-Laurent A, Bugey 1 et Chinon A3 se poursuivent dans des conditions de sûreté satisfaisantes. Pour ces opérations, EDF devra être vigilante au respect des échéances prescrites par la décision du 3 mars 2020[1]. L'ASN a demandé à EDF de poursuivre son programme de diagnostic et de surveillance des caissons des réacteurs, afin de suivre le vieillissement des structures de génie civil et de s'assurer de leur intégrité dans le temps. Les premiers résultats de ces investigations devront être présentés dans les dossiers de démantèlement qui seront remis fin 2022. EDF devra également démontrer, dans ces dossiers, que le démantèlement des réacteurs UNGG est réalisé « dans des délais aussi courts que possible, dans des conditions économiques acceptables ».

Concernant la radioprotection des travailleurs, le plan d'action « alpha », mis en place sur l'installation de Chooz en 2020, se traduit par une tendance positive sur le nombre de contaminations détectées. Les efforts dans ce domaine doivent toutefois se poursuivre sur l'ensemble des sites en démantèlement, afin de confirmer cette tendance au cours de l'année 2022.

Quelques chantiers, nécessitant la mise en œuvre de moyens de découpe téléopérés, ont été interrompus en raison de problèmes d'indisponibilité matérielle. EDF devra veiller à assurer la bonne maintenance de ces équipements afin de ne pas retarder l'avancement des opérations de démantèlement. Le démantèlement des cuves de Superphénix et de Chooz A se poursuit conformément aux échéances prescrites, avec notamment l'évacuation des premiers colis R73, contenant des déchets issus de la découpe des internes de cuve de Chooz, vers Iceda, où les premiers colis ont été conditionnés et entreposés fin 2021. Le dossier de fin de redémarrage d'Iceda, attendu en 2022, permettra de tirer le retour d'expérience de ces premières opérations de conditionnement.

Une amélioration de la démarche menée lors des réexamens périodiques des installations à l'arrêt définitif est attendue de la part d'EDF, en particulier pour ce qui concerne la démarche d'évaluation de la conformité des installations.

L'ASN relève l'implication d'EDF dans le déroulement de l'enquête publique sur le dossier de démantèlement de Brennilis et, plus généralement, ses efforts de transparence et de communication.

1. Décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020 fixant des prescriptions relatives à la préparation au démantèlement des réacteurs Chinon A1 et A2 et aux prochaines étapes de démantèlement des réacteurs Bugey 1, Chinon A3, Saint-Laurent A1 et A2.

ORANO

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations exploitées par Orano est demeuré à un niveau globalement satisfaisant en 2021. L'ASN note toutefois que les dysfonctionnements de l'usine Melox entrainent une saturation plus rapide que prévue des capacités d'entreposage des matières plutonifères, qui appelle en 2022 des actions urgentes de la part des industriels. L'ASN note des avancées dans la gestion des projets complexes, tels que les opérations de reprise et de conditionnement des déchets radioactifs. Elle considère néanmoins qu'Orano doit analyser les causes des retards des projets prioritaires et s'assurer du caractère suffisant des ressources consacrées à ces projets.

Les installations exploitées par Orano sont implantées sur les sites de La Hague, de Marcoule et du Tricastin. Elles présentent des enjeux de sûreté importants mais de natures différentes, à la fois chimiques et radiologiques.

L'organisation du groupe Orano a évolué au 1er janvier 2021. Trois filiales du groupe ont ainsi été créées :

- Orano Chimie-Enrichissement, exploitant des installations nucléaires dévolues à la production d'uranium enrichi ;
- Orano Recyclage, exploitant des installations nucléaires dédiées à la réutilisation des matières issues du combustible usé ;
- Orano Démantèlement, filiale spécialisée dans le démantèlement d'installations nucléaires, qui n'exploite pas d'installation nucléaire.

Ce changement d'organisation s'est ajouté aux autres modifications d'organisation qui ont cours au sein des établissements d'Orano de La Hague (projet dit « Convergence ») et du Tricastin (projet dit « exploitant unique »). L'ASN considère que le maintien d'un haut niveau de sûreté des installations en parallèle de la mise en œuvre de ces évolutions d'organisation constitue pour Orano un enjeu majeur.

LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

Orano maîtrise de manière globalement satisfaisante la sûreté de ses installations nucléaires en fonctionnement.

Les mesures destinées à lutter contre les phénomènes de vieillissement des équipements des installations, parfois mises en service il y a plus de 30 ans, ou leur remplacement par de nouveaux équipements constituent un enjeu majeur pour la poursuite de leur fonctionnement sûr.

Ces réexamens sont l'occasion pour Orano de proposer des actions de progrès concernant notamment la maîtrise des risques d'incendie et la sûreté des entreposages de matières et de déchets.

L'ASN considère qu'Orano doit faire preuve de plus de rigueur dans l'exécution et le respect des prescriptions et engagements pris à la suite des réexamens des installations.

LA REPRISE ET LE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS, LE DÉMANTÈLEMENT ET LA GESTION DES DÉCHETS

De nombreux déchets anciens à La Hague ne sont pas entreposés selon les exigences de sûreté actuelles et présentent des enjeux de sûreté majeurs. La reprise et le conditionnement de ces déchets anciens (RCD) conditionnent l'avancement des démantèlements des usines définitivement arrêtées.

S'agissant de l'organisation et de la gestion des projets complexes, l'ASN note des avancées, telles que l'appropriation des objectifs de démantèlement immédiat, la création de la direction des grands projets, le recours à l'évaluation de la maturité des projets, ou le développement d'outils de pilotage de l'avancement des projets. Ces avancées restent cependant à généraliser et à consolider pour l'ensemble des projets de démantèlement et de RCD. En effet, l'ASN constate que la complexité des opérations de RCD a conduit Orano à réviser plusieurs fois les scénarios de reprise et de traitement, et à annoncer des reports significatifs, parfois de plusieurs dizaines d'années.

LA CAPACITÉ DES ENTREPOSAGES

En 2021, les dysfonctionnements de l'usine Melox ont entraîné une saturation plus rapide que prévue des capacités d'entreposage des matières plutonifères à La Hague.

L'ASN considère que la dégradation des marges disponibles dans les entreposages à La Hague est d'autant plus préoccupante que, dans le cas où ces difficultés persisteraient, une saturation des piscines d'entreposage de combustibles usés beaucoup plus rapide que prévue ne peut pas être écartée.

LES INTERVENANTS EXTÉRIEURS

L'ASN estime que l'exploitant doit poursuivre les efforts engagés pour améliorer la surveillance des intervenants extérieurs, en veillant au maintien des compétences techniques internes pour garantir la qualité des prestations réalisées. Orano doit également veiller à maintenir une surveillance appropriée de l'exploitation des ateliers placés sous la responsabilité d'opérateurs industriels.

LA RADIOPROTECTION DES PERSONNELS

Les enjeux de radioprotection sont traités avec sérieux par Orano. Une vigilance particulière doit toutefois être apportée s'agissant de l'installation Melox, du fait de l'augmentation des interventions liées à la maintenance préventive et corrective des équipements de l'installation, dans le contexte des difficultés importantes de production rencontrées. Cette situation conduit à une exposition significative, dans le respect des limites réglementaires, d'un grand nombre de personnels de cette installation.

Les événements significatifs concernant la radioprotection déclarés pour les sites du groupe Orano sont majoritairement liés à la propreté radiologique des locaux.

LA MAÎTRISE DES RISQUES

S'agissant de l'incendie, l'ASN relève des avancées significatives dans la mise en œuvre de travaux de renforcement de la détection et de la protection contre l'incendie. Cependant, il demeure des insuffisances importantes dans les installations. Par ailleurs, les analyses de sûreté présentées sont parfois lacunaires, ou insuffisantes sur le plan technique, ce qui conduit l'ASN à en demander la reprise sur le fond. L'exploitant doit améliorer et mettre à jour plus régulièrement ses procédures d'intervention afin de les rendre plus adaptées et opérationnelles et réaliser des exercices périodiques pour les éprouver.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement des sites Orano est, pour l'année 2021, globalement satisfaisante.

Les dispositions de prévention des écoulements et la dispersion dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses, y compris celles susceptibles de résulter de la lutte contre un sinistre éventuel, restent cependant à améliorer.

S'agissant de la protection de la couche d'ozone, l'ASN a pris à l'égard d'Orano, en 2021, des actions de coercition, du fait d'un manque d'anticipation dans le remplacement de certaines installations d'extinction automatique d'incendie contenant du halon.

LES APPRÉCIATIONS INSTALLATION PAR INSTALLATION

Les appréciations de l'ASN sur chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

CEA

L'ASN considère que la sûreté des installations exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) demeure globalement satisfaisante. Le CEA doit néanmoins clarifier sa vision quant à la poursuite du fonctionnement de certaines installations anciennes. Il doit également renforcer sa maîtrise des projets, notamment ceux concernant le démantèlement des installations définitivement arrêtées ou la reprise et de conditionnement de déchets anciens. Par ailleurs, l'organisation pour la gestion des situations d'urgence reste à améliorer.

LE MANAGEMENT DE LA SÛRETÉ ET DE LA RADIOPROTECTION

L'ASN estime que le CEA doit rester vigilant à ce que tous les aspects relatifs à la sûreté et à la radioprotection soient bien pris en compte à tous les niveaux de l'organisation et soient portés par des personnes disposant des ressources, des compétences et de l'autorité nécessaires.

L'ASN a demandé au CEA de proposer une vision stratégique du management de la sûreté et de la radioprotection. Cette feuille de route devra s'appuyer sur une analyse du retour d'expérience des nombreuses évolutions organisationnelles intervenues ces dernières années, présenter l'évaluation de la politique de protection des intérêts du CEA, décrire sa stratégie pour garantir la disponibilité des compétences rares et critiques au regard des enjeux de sûreté et s'appuyer sur les constatations faites par son inspection générale interne.

L'ASN considère que la mise en œuvre des « grands engagements de sûreté », pilotés au plus haut niveau et permettant de suivre les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection les plus importants, est globalement satisfaisante. Il conviendra de veiller à ce que la diminution des moyens affectés au CEA n'ait pas de conséquence sur la tenue des autres engagements.

LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

Face au vieillissement des installations en fonctionnement et à l'incertitude des projets pour remplacer certaines de ces installations, le CEA a élaboré, en 2019, une stratégie de moyen-long terme d'utilisation de ses installations expérimentales de recherche nucléaire civile et de ses installations de gestion des déchets et matières. L'ASN constate que les incertitudes sur la poursuite du fonctionnement de certaines installations anciennes demeurent. L'ASN considère que le CEA doit clarifier précisément les options prises (abandon ou optimisation d'exploitation, travaux à entreprendre, etc.).

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

L'ASN constate que, malgré une volonté certaine du CEA de conduire les opérations de démantèlement des installations et de RCD, cet exploitant rencontre d'importantes difficultés à mener en parallèle l'ensemble de ces projets complexes.

L'ASN note que le budget annuel du CEA pour financer les provisions des charges nucléaires est limité. Cette contrainte budgétaire peut conduire le CEA, s'il doit financer des dépenses non anticipées pour des projets prioritaires, à réaliser un lissage du budget pour les projets moins prioritaires, ce qui retarde leurs échéanciers de réalisation.

En 2021, l'ASN constate que certaines échéances ont ainsi été décalées de plusieurs dizaines d'années, alors qu'elles concernent des projets de démantèlement ordinaires, reposant sur un retour d'expérience solidement établi (notamment le démantèlement des réacteurs de recherche). L'ASN note également des évolutions substantielles des projets prioritaires, avec de nombreux reports d'échéances, des réductions de périmètre ou des abandons de projets.

LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'ASN constate que la gestion des déchets radioactifs dans les installations du CEA est satisfaisante, bien que la situation soit hétérogène entre les installations. Si des progrès ont été constatés sur certaines installations, notamment concernant la tenue à jour des procédures et des inventaires de déchets, la situation dans d'autres installations est plus contrastée.

Le CEA doit en effet rester vigilant sur les conditions d'entreposage de ses déchets (exploitation des zones de collecte, balisage et affichages), la pertinence et le respect du zonage déchet et le suivi des déchets radioactifs produits dans les installations.

En 2020, l'ASN avait noté que les dispositions du protocole entre l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et le CEA sur les modalités de surveillance par l'Andra des colis de déchets du CEA susceptibles d'être stockés dans Cigéo restreignaient trop fortement le champ d'action de l'Andra et ne répondaient donc pas pleinement aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0587 de l'ASN. Bien que des progrès aient été notés en 2021, l'ASN restera attentive à ce sujet en 2022.

LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS

L'ASN reconnait les efforts entrepris par le CEA pour améliorer la conformité des installations à l'occasion des réexamens périodiques. Cette dynamique devra être conservée dans les prochaines années, pour que le CEA soit en mesure de respecter la planification de mise en œuvre des actions qu'il a identifiées.

LA GESTION DES ÉCARTS

L'ASN constate que la gestion des écarts doit progresser pour certaines installations, notamment pour ce qui concerne l'analyse des causes ou celle des tendances relatives à la répétition d'écarts de nature similaire.

En 2021, le CEA a informé l'ASN de la chute d'un colis de déchets dits « moyennement irradiants » dans un puits d'entreposage de l'installation Cedra (INB 164) ainsi que de la chute d'un panier contenant des tronçons de crayons de combustible lors de sa mise en puits dans l'INB STAR. L'ASN souhaite que le CEA tire les enseignements de ces problèmes de manutention, en vue d'éviter leur occurrence dans d'autres installations.

LA GESTION DES MODIFICATIONS

L'ASN considère que la qualité des analyses de sûreté transmises à l'ASN lorsque le CEA sollicite des autorisations de modification notable est globalement satisfaisante. L'ASN constate, par ailleurs, que les modifications mises en œuvre sur le terrain correspondent bien aux informations fournies par le CEA dans ses demandes d'autorisation.

LA MAINTENANCE ET LA PROGRAMMATION DES CONTRÔLES ET ESSAIS PÉRIODIQUES

La maintenance, ainsi que la programmation des contrôles et essais périodiques, leur réalisation et leur suivi sont globalement satisfaisants au sein des installations du CEA. Ces opérations étant généralement sous-traitées, le CEA doit toutefois rester attentif à leur maîtrise technique. De plus, l'ASN constate encore des disparités entre les installations. Par ailleurs, la traçabilité des contrôles effectués doit encore être améliorée. Il convient que le CEA mette en œuvre une stratégie harmonisée, pour l'ensemble de ces installations, en matière de gestion du vieillissement et de l'obsolescence des matériaux. La nouvelle méthodologie développée par le CEA pour la maîtrise du vieillissement du réacteur Cabri (INB 24) constitue une avancée.

LES INTERVENANTS EXTÉRIEURS

Bien que la surveillance des intervenants extérieurs ait été renforcée au cours des dernières années, l'ASN relève toujours le besoin, pour le CEA, de renforcer la surveillance de l'ensemble de la chaîne d'intervenants extérieurs, notamment pour les sous-traitants de leurs prestataires. Enfin, des disparités demeurent, dans la qualité de cette surveillance, entre les différentes installations exploitées par le CEA, qui appellent une harmonisation.

LA MAÎTRISE DES RISQUES ET LA GESTION DE CRISE

L'ASN considère que le CEA doit poursuivre ses efforts concernant la protection contre le risque d'incendie. La gestion des dispositifs techniques (portes et clapets coupe-feu, systèmes de détection, etc.) doit être améliorée et l'apport de charges calorifiques limité, notamment lors des chantiers.

L'organisation et les moyens de crise du CEA sont toujours à améliorer notablement, pour résorber le retard pris pour répondre aux exigences actuelles. L'organisation nationale est notamment à renforcer, en portant une grande vigilance à la coordination entre ce niveau national, les sites et les installations. L'ASN a pu constater que les équipes sur le terrain, notamment la force locale de sécurité, font preuve d'implication et de motivation dans la réalisation des exercices de crise. La coordination entre la force locale de sécurité et les installations des centres du CEA reste cependant à améliorer pour ce qui concerne la gestion des moyens pérennes (rétentions, obturateurs automatiques, etc.), la priorité de la force locale de sécurité étant l'extinction de feux.

L'ASN constate par ailleurs des retards significatifs dans la mise en œuvre des bâtiments de gestion de crise, prenant en compte le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, pour les centres de Cadarache et de Saclay.

LA RADIOPROTECTION DES PERSONNELS

La prise en compte de la radioprotection au sein des différents centres du CEA est globalement satisfaisante. L'ASN reste vigilante en ce qui concerne l'identification d'éléments et activités importants pour la protection, la maîtrise du vieillissement des appareils de mesure et la surveillance des intervenants extérieurs (traitement des écarts, traçabilité et application de la démarche *As Low As Reasonably Achievable* – ALARA).

Les événements significatifs de radioprotection déclarés par le CEA sont majoritairement liés à des défauts de port de dosimètre à lecture différée et à des problèmes de propreté radiologique des lieux. Parmi ces événements, un seul événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES et porte sur un défaut de port des équipements de protection individuels par un intervenant extérieur.

En 2022, l'ASN veillera à ce que le CEA renforce les dispositions de radioprotection des travailleurs, leur contrôle ainsi que la surveillance des intervenants extérieurs dans ses installations.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La maîtrise des nuisances et de l'impact des installations du CEA sur l'environnement, pour l'année 2021, est globalement satisfaisante. Le nombre d'écarts en 2021 est du même ordre de grandeur que les années précédentes. L'ASN considère que le CEA doit poursuivre la mise en œuvre d'actions sur plusieurs sujets associés à la protection de l'environnement, la maîtrise du vieillissement des réseaux d'effluents liquides industriels et la remise en conformité des réseaux de piézomètres, qui appellent des actions dans la durée.

LES APPRÉCIATIONS INSTALLATION PAR INSTALLATION

Les appréciations de l'ASN sur chaque centre et chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

ANDRA

L'Andra poursuit la conception du projet de stockage en couche géologique profonde Cigéo. L'ASN note que l'Andra s'investit fortement dans l'information du public et les démarches de concertation. Par ailleurs, l'ASN considère que l'exploitation des INB de stockage par l'Andra, unique exploitant de ce type d'INB en France, est satisfaisante.

LA PRÉPARATION DE L'ANDRA POUR LE DÉPÔT DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION DE CRÉATION DE CIGÉO

L'ASN note que l'Andra fait évoluer son organisation pour mener à bien le projet de stockage en couche géologique profonde Cigéo. Du fait de l'ampleur de ce projet, l'adaptation de l'organisation de l'Agence est un véritable défi.

À l'instar des démarches exploratoires du contrôle de l'avancement de projets complexes menées chez EDF et Orano, l'ASN a engagé fin 2021 des échanges avec l'Andra afin de mieux appréhender le référentiel de projet de l'exploitant, en vue d'une inspection ultérieure sur le projet Cigéo.

L'ASN estime que le dialogue entre l'ASN, l'Andra et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur les sujets techniques identifiés à l'issue de l'instruction du dossier d'options de sûreté de Cigéo est fructueux.

Par ailleurs, afin d'anticiper et de faciliter le processus d'instruction de la demande d'autorisation de création, l'ASN encourage l'Andra à transmettre au plus tôt l'ensemble des éléments ayant vocation à apporter des justifications complémentaires ou présenter des optimisations de concept de l'installation.

Enfin, l'ASN souligne les efforts poursuivis par l'Andra pour mener les concertations autour du projet Cigéo, notamment concernant la gouvernance du projet et la phase industrielle pilote.

L'AVANCEMENT DES ÉTUDES RELATIVES AU PROJET D'INSTALLATION DE STOCKAGE DES DÉCHETS FA-VL

Les échanges entre l'ASN et l'Andra relatifs au projet d'installation de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) se sont poursuivis en 2021. L'ASN estime que cette dynamique positive doit être maintenue afin de respecter les échéances qui seront définies par le 5e Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR).

L'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS EXISTANTES DE L'ANDRA

L'ASN estime que les conditions d'exploitation des installations de l'Andra sont satisfaisantes dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement. Elle note également la qualité des analyses de sûreté produites par l'Andra, et le fait que les réexamens périodiques des installations de stockage sont conduits de façon satisfaisante. Néanmoins, l'ASN relève que l'évaluation des impacts à long terme des substances radiologiques et chimiques des installations de stockage sur la faune et la flore doit être consolidée.

Les appréciations de l'ASN **par domaine d'activité**

LE DOMAINE MÉDICAL

L'ASN considère, sur la base des inspections conduites en 2021, malgré l'impact de la pandémie de Covid-19 sur le fonctionnement des services de santé, que l'état de la radioprotection, dans le domaine médical est comparable à celui des années 2019 et 2020, traduisant le fait que les services ont su s'adapter et maintenir un bon niveau de radioprotection. Ainsi, aucune défaillance majeure n'a été détectée dans les domaines de la radioprotection des professionnels, des patients, de la population et de l'environnement. Toutefois, du fait de l'impact de la pandémie, des retards dans la réalisation des vérifications techniques de radioprotection pour les pratiques interventionnelles radioguidées (PIR) ont été constatés, conduisant à un non-respect des fréquences réglementaires de ces contrôles, qui visent à assurer la radioprotection des travailleurs. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions extérieures, en particulier celles des praticiens libéraux, doit être renforcée dans le domaine de la médecine nucléaire et des PIR. Enfin, la sensibilisation des personnels du bloc opératoire, utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants, tels que les chirurgiens, reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux et appropriation des mesures de radioprotection dans ce secteur où, de surcroit, la mise en conformité des locaux se déploie trop lentement. Les événements déclarés à l'ASN soulignent que la formalisation des pratiques, l'explicitation des validations, l'encadrement des prestations de maintenance, la déclaration des dysfonctionnements et leur analyse, l'évaluation de l'impact de situations dégradées sont essentiels pour sécuriser les pratiques.

En radiothérapie, les inspections réalisées en 2021 dans près d'un quart des services de radiothérapie permettent de confirmer que les fondamentaux de la sécurité sont en place : organisation de la physique médicale, contrôles des équipements, formation à la radioprotection des patients, déploiement des démarches d'assurance de la qualité, recueil et analyse des événements et élaboration des analyses de risque *a priori*. Toutefois, l'évaluation de l'efficacité des actions correctives peine à se généraliser et les analyses de risque *a priori* demeurent toujours relativement incomplètes et insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique, ou à l'issue du retour d'expérience des événements. La survenue d'événements, tels que des erreurs de côté ou d'identification de patient, révèle toujours des fragilités organisationnelles et la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques. Le retour d'expérience des événements illustre également le fait que l'étalonnage des dispositifs médicaux est une étape critique pour la sécurité des soins.

En curiethérapie, la radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées satisfaisantes. L'effort de formation des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité doit être maintenu et renforcé pour certains centres. L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation des accès aux sources de haute activité se déploient progressivement, en particulier s'agissant des mesures permettant d'empêcher l'accès non autorisé à ces sources. Les événements déclarés soulignent l'importance des systèmes d'enregistrement des événements pour repérer au plus tôt les dysfonctionnements, la nécessité d'évaluer les risques en situation dégradée (insuffisance des effectifs) et de formaliser et enregistrer les contrôles de qualité des appareils.

En médecine nucléaire, les inspections mettent en évidence le fait que la radioprotection est correctement prise en compte dans la grande majorité des services. Néanmoins, des améliorations sont nécessaires dans la gestion des effluents, pour maîtriser les rejets dans les réseaux d'assainissement, la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins libéraux, etc.) et la formation des professionnels. L'ASN constate un investissement important des services de médecine nucléaire dans le déploiement des systèmes de management de la qualité et souligne la bonne culture de déclaration des événements indésirables dans la majorité des services inspectés en 2021. Les événements déclarés soulignent toutefois que le processus d'administration des médicaments doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise, en particulier pour les actes thérapeutiques en raison des conséquences potentiellement graves en cas d'erreur d'administration.

Dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées, l'ASN constate toujours des retards dans la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception, plus particulièrement dans les blocs opératoires, et rappelle que ces aménagements sont fondamentaux pour prévenir les risques professionnels. Des écarts réglementaires sont encore fréquemment relevés, avec des situations non satisfaisantes s'agissant de la formation à la radioprotection des travailleurs et des patients, des mesures de prévention lors de coactivité, en particulier avec les praticiens libéraux. Des non-conformités ont été constatées en 2021 liées au non-respect des fréquences des vérifications techniques de radioprotection, les services n'ayant pas été en mesure de les réaliser en 2020 dans le contexte de la pandémie de Covid-19. Si le recours aux physiciens médicaux et la formalisation des plans d'organisation de la physique médicale semblent se déployer, la mise en œuvre de la démarche d'optimisation doit progresser, en particulier dans les blocs opératoires, où l'analyse des doses reçues par les patients est encore insuffisamment réalisée.

En revanche, la culture du signalement se diffuse, avec la mise en place des systèmes d'enregistrement des événements. La déclaration des événements significatifs de radioprotection souligne que les opérations de maintenance, qui peuvent avoir des répercussions sur les doses délivrées, doivent être correctement encadrées et que la formation des praticiens à l'utilisation des dispositifs médicaux est essentielle pour la maîtrise des doses. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels médicaux et paramédicaux des établissements reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les intervenants au bloc opératoire. Les recommandations pour améliorer la radioprotection dans les blocs opératoires, diffusées en 2020, sont, à cet égard, toujours d'actualité.

En scanographie, l'ASN constate toujours, lors de ses inspections menées en 2021, un manque de traçabilité de la justification des examens et des difficultés rencontrées par les professionnels pour la mettre en œuvre. Le manque de formation des médecins demandeurs et de recours au guide du bon usage des examens médicaux, l'absence de protocoles de justification des actes les plus courants expliquent pour partie le fait que ce principe de justification ne soit pas toujours respecté. En outre, le manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie) ainsi que de professionnels de santé limitent la substitution d'actes irradiants par des actes non irradiants. Par ailleurs, l'ASN relève que les protocoles d'examen sont optimisés, les contrôles de qualité des dispositifs médicaux réalisés à la fréquence réglementaire requise et que les moyens en physique médicale sont adaptés aux tâches à réaliser.

LE DOMAINE INDUSTRIEL, VÉTÉRINAIRE ET DE LA RECHERCHE

Parmi les activités nucléaires dans le **secteur industriel, la radiographie industrielle** et, en particulier, la gammagraphie constituent, en raison de leurs enjeux de radioprotection, des secteurs prioritaires de contrôle par l'ASN. L'ASN juge que la prise en compte des risques est contrastée suivant les entreprises, bien que le suivi dosimétrique des travailleurs soit généralement correctement effectué. Si les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers. En 2021, afin de sensibiliser les exploitants, l'ASN a attiré leur attention, par une lettre adressée à chacune des entreprises réalisant de la radiographie industrielle, sur les écarts les plus fréquemment relevés lors d'inspection et les a incitées à une plus grande vigilance sur la signalisation de la zone d'opération. L'ASN rappelle en outre la nécessité d'une maintenance régulière et de vérifications périodiques de bon fonctionnement des dispositifs de sécurité intégrés aux casemates, afin que la ligne de défense qu'ils représentent pour éviter une exposition involontaire demeure efficace. L'ASN estime, plus généralement, que les donneurs d'ordre devraient privilégier les prestations de radiographie industrielle dans des casemates et non sur chantier.

Dans les autres secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN dans le secteur industriel **(les irradiateurs industriels, les accélérateurs de particules dont les cyclotrons, les fournisseurs de sources radioactives et d'appareils en contenant)**, l'état de la radioprotection est jugé globalement satisfaisant. Toutefois, deux exploitants de cyclotrons ont déclaré à l'ASN des dépassements de leurs limites annuelles de rejets radioactifs gazeux, l'impact de ces dépassements demeurant très faible. En ce qui concerne les fournisseurs, l'ASN estime que l'anticipation des actions liées à l'approche de la durée administrative de reprise des sources (10 ans par défaut), l'information des acquéreurs sur les modalités futures de reprise des sources, ainsi que les contrôles avant livraison d'une source à un client sont des domaines où les pratiques doivent encore progresser.

Les actions engagées depuis plusieurs années par les exploitants continuent d'améliorer la radioprotection au sein des **laboratoires de recherche**. Les conditions d'entreposage et d'élimination des déchets et des effluents restent les principales difficultés rencontrées par les unités de recherche, y compris pour ce qui concerne la réalisation et la traçabilité des contrôles avant élimination ou la reprise des sources radioactives scellées inutilisées « historiques ». Enfin, les exploitants doivent être plus attentifs, en particulier à l'occasion de modifications des projets de recherche ou de modalités expérimentales, au respect de certaines prescriptions de leurs autorisations, notamment celles relatives aux locaux où la détention ou l'utilisation de sources de rayonnements ionisants est permise.

En ce qui concerne les **utilisations vétérinaires des rayonnements ionisants**, l'ASN constate le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation, notamment dans les activités de radiologie conventionnelle sur des animaux de compagnie.

Pour les pratiques liées aux grands animaux, tels que les chevaux, ou réalisées hors des établissements vétérinaires, l'ASN estime que la mise en place du zonage radiologique et la prise en compte de la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent à la réalisation de la radiographie constituent des points de vigilance.

Pour ce qui concerne la **protection des sources de rayonnements contre les actes de malveillance**, plus particulièrement lorsque des sources radioactives de haute activité ou des lots de sources équivalents sont mis en œuvre, les inspections menées par l'ASN montrent que les exploitants commencent à mettre en place les dispositions nécessaires au respect des exigences fixées par l'arrêté du 29 novembre 2019. Ainsi, la catégorisation des sources, étape indispensable pour identifier les exigences applicables et mettre en œuvre une approche proportionnée aux risques, a été réalisée pour près de 75% des établissements concernés. De même, la délivrance des autorisations nominatives d'accès aux sources progresse, même si elle reste encore à mettre en place dans près de la moitié des établissements industriels et dans une grande majorité d'établissements de santé. L'ASN estime donc que des progrès notables sont encore nécessaires, d'autant plus que, mi-2022, deviendront applicables les exigences relatives à la présence de dispositifs physiques visant à empêcher un accès non autorisé aux sources et offrant une résistance à l'effraction conforme à celle exigée par l'arrêté. L'ASN poursuivra en 2022 ses actions de sensibilisation des exploitants sur ces sujets.

LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

En 2021, l'ASN estime que la sûreté des transports de substances radioactives est globalement satisfaisante. Si des incidents, routiers en majorité, ont affecté quelques transports, ils sont à mettre en perspective des 770 000 transports réalisés chaque année.

Le nombre d'événements significatifs relatifs au transport de substances radioactives sur la voie publique (84 événements déclarés à l'ASN en 2021) est en légère augmentation par rapport à 2020, même si le nombre d'événements classés au niveau 1 de l'échelle INES reste stable et que le nombre d'événements concernant des transports de produits radiopharmaceutiques a considérablement diminué. Les événements consistent essentiellement en :

- des non-conformités matérielles affectant un colis (détérioration de l'emballage notamment) ou son arrimage au moyen de transport, qui conduisent à affaiblir la résistance du colis (qu'un accident survienne ou pas). Ces cas ne concernent pas les transports de combustibles usés ou de déchets hautement radioactifs et touchent essentiellement les transports liés aux activités nucléaires de proximité ;
- des dépassements, le plus souvent faibles, des limites fixées par la réglementation pour les débits de dose ou la contamination non fixée d'un colis ;
- des erreurs ou oublis d'étiquetage de colis, essentiellement pour des transports liés aux activités nucléaires de proximité.

Les inspections menées par l'ASN relèvent également fréquemment de tels écarts. Une plus grande rigueur au quotidien reste donc attendue des expéditeurs et transporteurs.

En ce qui concerne les transports liés au « cycle du combustible » et, plus généralement, aux installations nucléaires de base, l'ASN constate que les exploitants effectuent de nombreux contrôles et, de ce fait, détectent mieux d'éventuels écarts. Elle estime que les expéditeurs doivent encore améliorer les dispositions visant à démontrer que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément des modèles de colis et aux dossiers de sûreté correspondants. Ceci concerne plus spécifiquement les transports liés à des installations de recherche ou à des évacuations de déchets radioactifs anciens.

En ce qui concerne les transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le système de management de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place ainsi que sur le contenu et la mise en œuvre réelle du programme de radioprotection des travailleurs.

Alors que les utilisations de radionucléides dans le secteur médical sont à l'origine d'un flux élevé de transports, la connaissance de la réglementation applicable à ces transports et les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis doivent encore progresser. L'ASN estime que la radioprotection des transporteurs de produits radiopharmaceutiques, qui sont notablement plus exposés que la moyenne des travailleurs, devrait être améliorée.

Enfin, pour les transports effectués avec des colis ne nécessitant pas un agrément de l'ASN, des progrès sont constatés par rapport aux années précédentes, ainsi qu'une meilleure prise en compte des recommandations formulées dans le Guide n° 7 de l'ASN (tome 3). Les améliorations encore attendues portent généralement sur la description des contenus autorisés par type d'emballage, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport, ainsi que l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose applicables avec le contenu maximal autorisé.



FAITS MARQUANTS 2021

GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

Avis de l'ASN sur le projet de cinquième plan 24

CENTRALES NUCLÉAIRES AU-DELÀ DE 40 ANS

Contrôle des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe d'EDF 26

DÉMANTÈLEMENT

Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano 28

GESTION DES MATIÈRES ET DÉCHETS RADIOACTIFS

Avis de l'ASN sur le projet de cinquième plan

La loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a institué l'élaboration périodique d'un Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Celui-ci dresse un état des lieux détaillé des modalités de gestion des matières et des déchets radioactifs, que ces filières soient opérationnelles ou à mettre en œuvre, puis formule des recommandations ou fixe des objectifs pour le développement de ces filières.



Stockage d'un conteneur en béton dans une alvéole du Centre de stockage de l'Aube

L'élaboration de la 5e édition du PNGMDR a été précédée, pour la première fois, d'un débat public dont les conclusions ont été publiées en novembre 2019. Le ministère chargé de l'énergie et l'ASN ont publié, le 21 février 2020, une décision conjointe consécutive à ce débat public. Par ailleurs, le pilotage du plan a évolué au vu des conclusions de ce débat. En particulier, le PNGMDR constituant un document de politique de gestion du ressort du Gouvernement, l'ASN n'en assure plus, à ce titre, la co-maîtrise d'ouvrage. Elle poursuit néanmoins son implication en assurant, avec le ministère de la Transition écologique, la coprésidence du Groupe de travail chargé de suivre la mise en œuvre du plan. L'ASN a par ailleurs rendu, en 2020 et en 2021, sept avis sur la gestion des matières et déchets radioactifs en vue de l'élaboration du cinquième PNGMDR, portant sur la période 2021-2025.

La déclinaison des orientations inscrites dans la décision du 21 février 2020 a fait l'objet de « notes d'orientations » établies par le ministère de la Transition écologique, qui ont été débattues dans le cadre des réunions de la « Commission orientations », de composition pluraliste et présidée par une personnalité qualifiée indépendante. **Cette commission a rendu 11 avis synthétisant les échanges relatifs à chaque filière et chaque sujet sur lesquels elle a travaillé.** Ces « notes d'orientations » ont également été soumises au public dans le cadre de la concertation post-débat public.

En septembre 2021, le ministère de la Transition écologique a saisi l'Autorité environnementale pour avis sur le projet de cinquième PNGMDR. Cette dernière a rendu son avis n° 2021-96 sur le projet de plan le 18 novembre 2021.

De plus, le ministère de la Transition écologique a saisi l'ASN, fin septembre 2021, pour avis sur ce même projet de plan. En réponse à cette saisine, l'ASN estime, dans son avis n° 2021-AV-0390 du 9 novembre 2021, que **le PNGMDR 2021-2025 doit permettre que soient prises avant son terme les décisions nécessaires** afin de disposer de filières opérationnelles dans les 15 à 20 ans à venir pour tous les types de déchets radioactifs.

L'ASN considère que le projet de PNGMDR 2021-2025 s'inscrit dans cette démarche, mais qu'une attention particulière doit être apportée au respect des échéances pour chacune des actions qu'il prévoit. Elle a donc rendu un avis favorable au projet de PNGMDR 2021-2025 sous les réserves suivantes :

• **compte tenu des dysfonctionnements constatés en 2021 dans certaines installations indispensables au fonctionnement du « cycle du combustible »,** les exploitants devront étudier des scénarios pessimistes de fonctionnement de ce « cycle », du point de vue des quantités de matières et déchets produites, et proposer le cas échéant des parades appropriées. Ils devront, par ailleurs, rendre régulièrement compte des échéances prévisionnelles de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés. En tout état de cause, l'estimation des perspectives de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés menée en application du projet de plan ne devra pas se fonder sur l'hypothèse d'un recours pérenne à la densification des piscines d'entreposage envisagée par Orano sur son site de La Hague. En effet, celle-ci ne constitue pas une solution technique conforme aux standards de sûreté actuels ;

• **compte tenu de l'anticipation nécessaire des actions liées à une décision d'arrêt ou de poursuite du retraitement des combustibles usés au-delà de 2040,** des études en matière d'options techniques et de sûreté devront être réalisées par les industriels en ce qui concerne l'impact d'une telle décision sur les installations nucléaires de base existantes ou à créer ;

• **concernant les actions relatives à la sûreté de la gestion des déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL),** les recommandations de la « Commission orientations » du PNGMDR, formulées dans son avis du 19 mars 2021, doivent être inscrites dès à présent dans le PNGMDR 2021-2025. Il s'agit en particulier de :

- l'actualisation des chroniques de livraison des colis de déchets au moins à chaque nouvelle édition du plan, avec une première échéance à fin 2023,
- la fourniture d'une version préliminaire des spécifications d'acceptation de Cigéo au plus tard à l'échéance de remise de la demande d'autorisation de création,
- l'explicitation des inventaires en substances toxiques chimiques et radiologiques des déchets de l'inventaire de réserve de Cigéo, ainsi que des modalités de conditionnement retenues ou, à défaut, les études en cours ou envisagées,
- la transmission, d'ici mi-2023, d'un rapport d'avancement des études menées sur le traitement des déchets bitumés, explicitant les impacts sanitaires et environnementaux de chacun des procédés étudiés ;

• **les travaux visant à mettre en place des filières de gestion spécifiques pour certains déchets, compte tenu de leurs propriétés, doivent être poursuivis et soutenus par le PNGMDR 2021-2025.** Sont en particulier visés les déchets contenant du tritium, les sources scellées usagées, les huiles et liquides organiques et les déchets activés des petits producteurs. L'ASN a rappelé à cet égard les recommandations formulées dans son avis n° 2021-AV-0379 du 11 mai 2021, visant à améliorer l'inventaire de ces déchets et la connaissance de leurs caractéristiques, ainsi qu'à identifier et à déployer des filières de gestion adaptées.

Par ailleurs, l'ASN estime que l'ambition de l'action du projet de plan demandant le développement de plans de valorisation aux propriétaires de matières radioactives est insuffisante pour ce qui concerne certaines matières, telles que l'uranium appauvri ou l'uranium très appauvri qui pourrait résulter du ré-enrichissement de l'uranium appauvri, les combustibles usés du réacteur EL4 (centrale de Brennilis) et les substances thorifères. **L'ASN insiste sur la nécessité d'apprécier le caractère valorisable des matières radioactives** en tenant compte des quantités concernées et des horizons temporels de disponibilité des filières industrielles d'utilisation de ces matières. Elle rappelle à ce titre le cadre d'analyse qu'elle a proposé dans son avis n° 2020-AV-0363 du 8 octobre 2020, qui inclut la notion d'horizon temporel de la valorisation envisagée.

L'ASN formule, en outre, plusieurs recommandations dans cet avis, portant sur la gestion des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) et MA-VL, ainsi que sur les modalités d'association du public.

À la suite de la remise des avis susmentionnés de l'Autorité environnementale et de l'ASN, le ministère de la Transition écologique soumettra à la consultation du public en 2022 un projet amendé de PNGMDR 2021-2025, ainsi que des projets de textes réglementaires pris en application de ce plan, sur lesquels l'ASN rendra également un avis.

CENTRALES NUCLÉAIRES AU-DELÀ DE 40 ANS

Contrôle des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe d'EDF



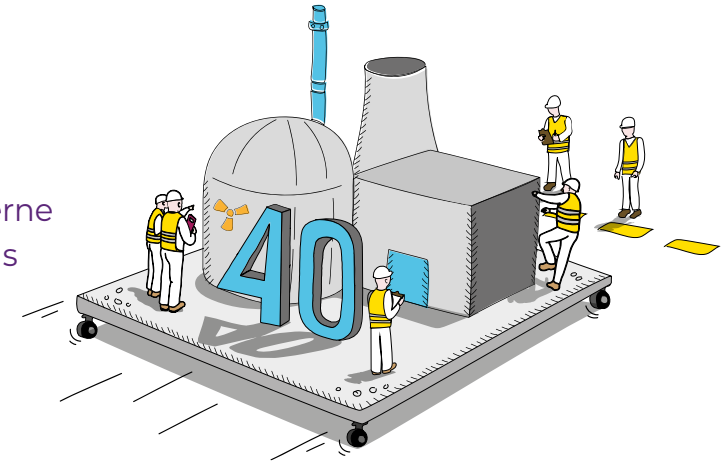
Vue aérienne de la centrale nucléaire du Bugey

Le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe se traduit par des améliorations importantes de la sûreté, dont le déploiement mobilise toute la filière nucléaire. L'ASN considère que les quatrièmes visites décennales se déroulent de manière plutôt satisfaisante jusqu'à présent.

En France, l'autorisation de créer une installation nucléaire est délivrée par le Gouvernement, après avis de l'ASN. Cette autorisation est délivrée sans limitation de durée. Un examen approfondi, appelé « réexamen périodique », est réalisé tous les 10 ans pour évaluer les conditions de la poursuite du fonctionnement de l'installation pour les 10 ans qui suivent.

Les réacteurs de 900 MWe d'EDF sont les plus anciens en fonctionnement en France. Leur quatrième réexamen périodique revêt une dimension particulière, puisqu'il avait été retenu lors de leur conception une hypothèse de 40 années de fonctionnement. La poursuite au-delà de cette période nécessite l'actualisation d'études de conception et des remplacements de matériels.

« La phase générique du réexamen concerne les réacteurs de 900 MWe, les plus anciens en fonctionnement en France. »



La phase générique du réexamen, commune aux 32 réacteurs de 900 MWe, a permis de déterminer les améliorations de sûreté à déployer sur tous les réacteurs

L'ASN considère que ces améliorations de sûreté permettront de rapprocher le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe de celui des réacteurs les plus récents (troisième génération), notamment :

- **en améliorant la prise en compte des « agressions »** (séisme, inondation, explosion, incendie, etc.). Les réacteurs pourront également faire face à des agressions plus sévères que celles retenues jusqu'alors ;
- **en réduisant le risque d'accident avec fusion du cœur** et en limitant les conséquences de ce type d'accident. Ces dispositions permettront ainsi de réduire, de façon notable, les rejets dans l'environnement au cours de ce type d'accident ;
- **en limitant les conséquences radiologiques** des accidents étudiés dans le rapport de sûreté. Cela permettra de réduire significativement l'occurrence de situations avec mise en œuvre de mesures de protection des populations (mise à l'abri, évacuation, ingestion d'iode) ;
- **en améliorant les dispositions prévues pour gérer les situations accidentelles pour les piscines d'entreposage du combustible.**

Dans sa décision n° 2021-DC-0706 du 23 février 2021, l'ASN a prescrit la réalisation des améliorations majeures de la sûreté prévues par EDF, ainsi que des dispositions supplémentaires qu'elle considère comme nécessaires pour atteindre les objectifs du réexamen. L'ASN souligne les objectifs ambitieux du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe et le travail substantiel réalisé par EDF lors de sa phase générique. Elle souligne également l'ampleur des modifications prévues par EDF, dont la mise en œuvre apportera des améliorations significatives de la sûreté.

EDF a engagé en 2019 le déploiement de ces améliorations lors des quatrièmes visites décennales

Les dispositions déterminées lors de la phase générique du réexamen, ainsi que celles qui sont définies dans le cadre des études spécifiques à chaque site, doivent être déclinées sur chaque réacteur en vue de la poursuite de son fonctionnement. L'ASN a demandé à EDF de réaliser la majeure partie des améliorations de sûreté avant la remise du rapport de conclusion du réexamen et, en pratique, lors de la visite décennale de chaque réacteur. Fin 2021, EDF a réalisé ou engagé sept de ces visites décennales.

L'ASN procède à un contrôle renforcé de ces visites décennales, tant en ce qui concerne la vérification de la conformité des installations aux règles de sûreté menée par EDF, que le déploiement des améliorations de sûreté. L'ASN considère que **ces visites décennales se déroulent de manière plutôt satisfaisante.** EDF mobilise d'importants moyens humains pour les préparer et les mener à bien.

Des capacités industrielles importantes à mobiliser

Chaque année, EDF doit réaliser les quatrièmes visites décennales de quatre à cinq réacteurs de 900 MWe. Ces travaux conduisent à augmenter notablement la charge de travail industrielle de la filière. L'ASN a demandé à EDF de rendre compte annuellement de sa capacité industrielle et de celle de ses fournisseurs à réaliser dans les délais les modifications des installations.

Le public est associé tout au long du réexamen

Les dispositions prévues par EDF lors de la phase générique du réexamen ont fait l'objet d'une concertation entre septembre 2018 et mars 2019, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire. L'ASN a également consulté le public sur les objectifs que devait poursuivre le réexamen en 2016 et sur la conclusion de la phase générique fin 2020.

Enfin, les dispositions prévues par EDF dans le rapport de conclusion de réexamen de chaque réacteur fera l'objet d'une enquête publique. Celle du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin a eu lieu début 2022.



Vous pouvez consulter
Le cahier de l'ASN #02 sur *asn.fr*

DÉMANTÈLEMENT

Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano



Suivi du démantèlement de l'ancienne usine Eurodif du Tricastin

Le démantèlement des installations nucléaires anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener, au cours des prochaines décennies, plusieurs projets de démantèlement de grande envergure : la première génération d'usine de traitement de combustible de La Hague, dénommée UP2-400 avec ses ateliers supports (Station de traitement des effluents STE2 et atelier de traitement des combustibles usés AT1, atelier de fabrication de sources radioactives ELAN IIB et atelier « haute activité oxyde », dénommé HAO), ainsi que les usines d'enrichissement et de conversion d'uranium du Tricastin.

Les opérations de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD) figurent parmi les premières étapes du démantèlement. Elles revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire des substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles. Les projets de RCD se caractérisent par des enjeux de sûreté et de radioprotection élevés ainsi que par une complexité industrielle importante. Par ailleurs, le démantèlement général de ces installations engendrera une quantité importante de déchets, qu'il conviendra de gérer de manière sûre.



« Malgré les progrès constatés dans sa stratégie de démantèlement, l'ASN demande à Orano d'améliorer certains points. »

Depuis 2005, l'ASN évalue régulièrement, pour les sites de La Hague et du Tricastin, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano. À la demande de l'ASN, compte tenu de la complexité de ces sujets, de leurs interdépendances et aussi de retards constatés sur certains projets prioritaires, l'exploitant a mis à jour sa stratégie en 2016. L'ASN a instruit cette stratégie et, après un cycle d'échanges avec l'exploitant, elle a constaté des progrès dans l'appropriation des objectifs de démantèlement immédiat, le suivi de la gouvernance des projets complexes[1], l'avancement des opérations de plusieurs installations du Tricastin, ainsi que la définition de procédés de conditionnement définitif des déchets pour le site de La Hague.

Toutefois, l'ASN demande à Orano d'améliorer sa stratégie selon les quatre axes suivants :

1. La mise en œuvre de la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets doit être priorisée suivant les risques (pollutions existantes ou inventaire radiologique dispersable[2] élevé). La construction de nouvelles capacités de conditionnement, d'entreposage, de transport et de traitement des effluents et des déchets sera nécessaire pour assurer la mise en œuvre de cette stratégie, compte tenu des fragilités existantes (entreposages ne répondant pas aux normes actuelles de sûreté, incertitudes sur la saturation à moyen terme de certains entreposages, etc.) ;

2. La mise en œuvre de la stratégie d'assainissement doit reposer sur une connaissance suffisante de l'état actuel des installations et, plus particulièrement, des structures de génie civil et des sols. Dès lors qu'un assainissement complet n'est pas accessible, une stratégie d'assainissement adaptée, menée aussi loin que raisonnablement possible en tenant compte de la faisabilité technique et économique des mesures, devra être déployée ;

3. La mise en œuvre de la stratégie de RCD doit être mieux maîtrisée et l'inventaire radiologique dispersable devra être réduit au plus tôt. La caractérisation des déchets et la qualification des procédés envisagés doivent être poursuivies activement afin de définir les procédés requis et de démontrer leur faisabilité dans des délais compatibles avec la mise en œuvre des projets de RCD. Pour les déchets actuellement entreposés dans des installations non pérennes et qui ne disposent pas de filière opérationnelle ou qui nécessitent un traitement préalable, leur transfert devra intervenir au plus tôt dans des entreposages répondant aux exigences de sûreté actuelles ;

4. Le pilotage des projets complexes doit être amélioré par l'analyse des causes des retards des projets prioritaires et par l'examen du caractère suffisant des ressources consacrées à ces projets.

L'ASN souligne également la nécessité que l'exploitant informe le public de l'avancement de ses programmes.

Il revient à Orano de veiller à mettre en œuvre cette stratégie et d'en rendre compte régulièrement à l'ASN. Compte tenu des enjeux de sûreté et de radioprotection rencontrés, l'ASN en contrôle très régulièrement l'avancement, par le biais d'instructions dédiées, d'inspections, de réunions techniques et d'une démarche de contrôle des projets.

Grâce à ce contrôle renforcé, l'ASN adapte ses méthodes pour ces projets à enjeux. Son intention est de passer d'une approche « statique » – dans laquelle l'échéance de fin du projet est prescrite par voie réglementaire, souvent à très longue échéance, et les dérives calendaires sont constatées trop tardivement – à une approche « dynamique », centrée sur l'analyse précise des actions prévues par l'exploitant dans les 5 ans à venir.

Dans cette nouvelle approche, l'exploitant, ayant renforcé ses méthodes pour la programmation et le pilotage des projets de RCD, présente à l'ASN des calendriers détaillés, incluant des jalons sur lesquels il s'engage à l'égard de l'ASN. Cela peut consister en des études de sûreté ou de développement de certains aspects du projet, la passation de certains contrats industriels ou la réalisation d'étapes physiques d'avancement du projet, telles que le début de la construction d'équipements nouveaux. Sur la base de ce programme détaillé à 5 ans, l'ASN s'attachera à prescrire des jalons structurants sur cette période et à en contrôler l'atteinte. Ce processus se poursuivra, de manière glissante, jusqu'à l'atteinte du résultat final en matière de reprise et de conditionnement des déchets.

1. Création d'une direction des grands projets, d'une procédure d'évaluation de la maturité des projets et développement d'outils de suivi de l'avancement des projets.

2. Correspond à la quantité d'activité radiologique susceptible d'être impliquée dans un incident ou un accident.



Le cahier de l'ASN #04 sur *asn.fr*

ACTUALITÉS RÉGLEMENTAIRES

L'année 2021 a été marquée par une actualité normative particulière en raison notamment de plusieurs arrêtés et décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire appelés par les décrets de transposition de la directive n° 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Les actualités nationales

1.1 Les lois et les ordonnances

▶ **Loi n° 2021-401 du 8 avril 2021 améliorant l'efficacité de la justice de proximité et de la réponse pénale**

Ce texte a pour but de favoriser le recours aux alternatives, aux poursuites et à la composition pénale afin d'apporter une réponse plus rapide aux infractions de faible gravité. Il vise, en outre, à fluidifier la mise en œuvre des peines de travail d'intérêt général et à améliorer le recouvrement des amendes forfaitaires.

Ses objectifs sont de renforcer la proximité de la réponse pénale aux petits délits du quotidien pour rendre la justice au plus près des citoyens et d'accélérer la mise en œuvre des procédures judiciaires.

Afin de renforcer l'effectivité des sanctions prononcées en matière contraventionnelle et de faciliter le recouvrement des amendes forfaitaires, le texte instaure une minoration du montant de l'amende pour les contraventions de la cinquième classe lorsqu'elles sont forfaitisées. Ainsi, l'article 9 de la loi prévoit que lorsqu'il s'agit d'une contravention de cinquième classe ou lorsque le règlement le prévoit, l'amende forfaitaire est minorée si le contrevenant s'acquitte du montant de l'amende forfaitaire minorée soit entre les mains de l'agent verbalisateur au moment de la constatation de l'infraction, soit dans un délai de quinze jours à compter de la constatation de l'infraction ou, si l'avis de contravention est ultérieurement envoyé à l'intéressé, dans un délai de quinze jours à compter de cet envoi. Le but de cette procédure est d'inciter au paiement volontaire de l'amende (sous 15 jours).

▶ **Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets**

La loi du 22 août 2021 comporte les dispositions législatives adoptées par le Parlement contribuant à la mise en œuvre de propositions de la « Convention citoyenne pour le climat » portant sur la question suivante : « *Comment réduire d'au moins 40 % par rapport à 1990 les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2030, dans le respect de la justice sociale ?* »

L'article 86 de cette loi introduit une disposition dans le code de l'énergie (I bis de l'article L. 100-4) qui impose à l'État, sans préjudice des dispositions prises pour assurer la sécurité nucléaire, de tenir compte des objectifs de sécurité d'approvisionnement et de réduction des émissions de gaz à effet de serre lorsqu'il décide d'arrêter l'exploitation d'un réacteur nucléaire afin d'atteindre les objectifs de la politique énergétique nationale.

Le titre VII de la loi a pour objet de « *renforcer la protection judiciaire de l'environnement* » et comporte des dispositions créant, au sein du code de l'environnement, de nouvelles infractions, ou aggravant des infractions existantes dans ce même code ou dans le code des transports. Ces dispositions ont pour objet de renforcer la répression pénale des atteintes à l'environnement et de contribuer plus efficacement à la protection de l'environnement. Parmi elles, peuvent être signalées les dispositions suivantes :

Sanction de l'exposition au risque avec la création d'un délit de mise en danger de l'environnement

La loi introduit dans le code de l'environnement (article L. 173-3-1 nouveau) ainsi que dans le code des transports (II de l'article L. 1252-5) des dispositions aggravant les peines applicables aux faits prévus respectivement aux articles L. 173-1 et L. 173-2 du code de l'environnement et à l'article L. 1252-5 du code des transports, lorsque ces faits exposent directement la faune, la flore ou la qualité de l'eau à un risque immédiat d'atteinte grave et durable. La loi précise qu'est considérée comme durable une atteinte susceptible de durer au moins 7 ans.

Les peines encourues sont de trois ans d'emprisonnement et de 250 000 euros d'amende, ce montant pouvant être porté jusqu'au triple de l'avantage tiré de la commission de l'infraction.

Les mêmes peines sont encourues en cas de commission de la nouvelle infraction, créée au X de l'article L. 541-46 du code de

l'environnement, pour le non-respect d'une mise en demeure portant sur la réglementation en matière d'abandon des déchets ou de leur dépôt ou gestion lorsque ce non-respect «*expose directement la faune, la flore ou la qualité de l'eau à un risque immédiat d'atteinte grave et durable*».

Les inspecteurs de la sûreté nucléaire sont habilités, dans leur domaine de compétence, pour rechercher et constater ces nouvelles infractions.

Sanction de la réalisation d'un dommage et création d'un délit d'écocide
Sont créés un délit général de pollution des milieux et un délit d'écocide pour les cas les plus graves (nouveaux articles L. 231- 1 à L. 231-3 du code de l'environnement).

L'article L. 231-1 réprime le fait, en violation manifestement délibérée d'une obligation particulière de prudence ou de sécurité prévue par la loi ou le règlement, d'émettre dans l'air ou de rejeter dans l'eau une substance entraînant des effets nuisibles graves et durables sur la santé, la flore, la faune ou des modifications graves du régime normal d'alimentation en eau. Cet article exclut de son champ d'application les émissions dans l'air respectant les valeurs limites fixées par décision de l'autorité administrative compétente, les opérations de rejet autorisées et l'utilisation de substances autorisées lorsque les prescriptions fixées par l'autorité administrative compétente ont été respectées. Il définit les effets durables comme ceux susceptibles de durer au moins 7 ans. Les faits prévus au nouvel article L. 231-1 sont punis d'une peine de 5 ans d'emprisonnement et d'un million d'euros d'amende, ce montant pouvant être porté jusqu'au quintuple de l'avantage tiré de la commission de l'infraction.

Le nouvel article L. 231-3 du code de l'environnement prévoit que la commission de manière intentionnelle de l'infraction prévue à l'article L. 231-1 et la commission de façon intentionnelle, lorsqu'elles entraînent des atteintes graves et durables à la santé, à la flore, à la faune ou à la qualité de l'air, du sol ou de l'eau, des infractions prévues à l'article L. 231- 2 sont constitutives du délit d'écocide. Ce délit d'écocide est puni de la peine de 10 ans d'emprisonnement et de 4,5 millions d'euros d'amende, ce montant pouvant être porté jusqu'au décuple de l'avantage tiré de l'infraction. L'article L. 231-3 précise que sont considérés comme durables les effets nuisibles sur la santé ou les dommages à la flore, à la faune ou à la qualité des sols ou des eaux superficielles ou souterraines qui sont susceptibles de durer au moins 7 ans.

En application du nouvel article L. 231-5, les inspecteurs de la sûreté nucléaire, dans leur domaine de compétence, sont habilités à rechercher et à constater les infractions ainsi créées.

La loi crée un nouveau dispositif d'enquêtes techniques (articles L. 501-1 à L. 501-19 du code de l'environnement) dont peut faire l'objet tout accident survenu dans les installations, mines, réseaux et produits et équipements listés par l'article L. 501-1, à l'initiative du responsable du bureau d'enquêtes et d'analyses sur les risques industriels ou sur demande du ministre chargé de l'environnement.

Le II de cet article L. 501-1 précise que, par dérogation, les installations et activités relevant de la police spéciale de l'ASN sont soumises exclusivement aux enquêtes techniques prévues aux articles L. 592-35 à L. 592-40 du code de l'environnement.

▶ **Loi n° 2021-1109 du 24 août 2021 confortant le respect des principes de la République**

L'article 12 de la loi du 24 août 2021 confortant le respect des principes de la République insère au sein de la loi n° 2000-321 du 12 avril 2000 relative aux droits des citoyens dans leurs relations avec les administrations, un article 10-1 prévoyant que toute association ou fondation sollicitant l'octroi d'une subvention publique doit souscrire un contrat d'engagement républicain. Les obligations prévues au titre de ce contrat sont celle de respecter les principes de liberté, d'égalité, de fraternité et de dignité de la personne humaine, ainsi que les symboles de la République au sens de l'article 2 de la Constitution, c'est-à-dire l'emblème national, l'hymne national et la devise de la République ; celle de ne pas remettre en cause le caractère laïque de la République et, enfin ; celle de s'abstenir de toute action portant atteinte à l'ordre public. Il résulte des travaux parlementaires que cette dernière obligation vise les actions susceptibles d'entraîner des troubles graves à la tranquillité et à la sécurité publiques.

En cas de manquement au contrat d'engagement, il est procédé au retrait de la subvention publique, à l'issue d'une procédure contradictoire, sur décision motivée de l'autorité ou de l'organisme, et un délai de six mois est imparti à l'association pour restituer les fonds qui lui ont été versés.

1.2 Les décrets et les arrêtés

▶ **Décret n° 2021-286 du 16 mars 2021 désignant les pôles régionaux spécialisés en matière d'atteintes à l'environnement en application des articles 706-2-3 du code de procédure pénale et L. 211-20 du code de l'organisation judiciaire et portant adaptation du code de procédure pénale à la création d'assistants spécialisés en matière environnementale**

Le décret détermine le siège et le ressort des tribunaux judiciaires qui seront compétents pour connaître des infractions les plus complexes en matière environnementale, ainsi que des actions relatives au préjudice écologique fondées sur les articles 1246 à 1252 du code civil, des actions en responsabilité civile prévues par le code de l'environnement et des actions en responsabilité civile fondées sur les régimes spéciaux de responsabilité applicables en matière environnementale résultant de règlements européens, de conventions internationales et des lois prises pour l'application de ces conventions.

Le décret adapte également les dispositions relatives aux assistants spécialisés en matière environnementale dans les pôles régionaux et interrégionaux en application des articles 706-2 et 706-2-3 du code de procédure pénale, dans leur rédaction issue des articles 15 et 20 de la loi n° 2020-1672 du 24 décembre 2020 relative au Parquet européen, à la justice environnementale et à la justice pénale spécialisée.

▶ **Décret n° 2021-759 du 14 juin 2021 instituant un délégué interministériel à l'accompagnement des territoires en transition énergétique**

Le décret institue un délégué interministériel à l'accompagnement des territoires en transition énergétique. Il précise les missions relevant de sa compétence, actualise les missions du délégué à l'avenir du territoire de Fessenheim et des territoires d'implantation des centrales de production d'électricité à partir du charbon et les complète pour les autres territoires en transition énergétique. Il abroge le décret n° 2019-67 du 1er février 2019 instituant un délégué interministériel à l'avenir du territoire de Fessenheim et des territoires d'implantation des centrales de production d'électricité à partir du charbon.

▶ **Décret n° 2021-837 du 29 juin 2021 portant diverses réformes en matière d'évaluation environnementale et de participation du public dans le domaine de l'environnement**

Le décret est un décret d'application de la loi n° 2018-148 du 2 mars 2018 qui ratifie les deux ordonnances suivantes :

- l'ordonnance n° 2016-1058 du 3 août 2016 relative à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementale des projets, plans et programme : cette ordonnance a eu pour finalité de mettre le droit français en conformité avec le droit européen en matière d'évaluation environnementale ;
- l'ordonnance n° 2016-1060 du 3 août 2016 portant réforme des procédures destinées à assurer l'information et la participation du public à l'élaboration de certaines décisions susceptibles d'avoir une incidence sur l'environnement : cette ordonnance a renforcé la phase de concertation en amont de la prise de décisions ayant une incidence sur l'environnement.

L'article 7 du décret vient modifier l'annexe de l'article R.122-2 du code de l'environnement, en créant trois nouvelles catégories d'installations classées pour la protection des installations (ICPE) soumises à évaluation environnementale systématique :

- les usines intégrées de première fusion de la fonte et de l'acier ;
- les installations d'élimination des déchets dangereux, tels que définis à l'article 3, point 2, de la directive 2008/98/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets, par incinération, traitement chimique, tel que défini à l'annexe I, point D 9, de ladite directive, ou mise en décharge ;
- les installations destinées à l'extraction de l'amiante ainsi qu'au traitement et à la transformation de l'amiante et de produits contenant de l'amiante.

L'article 9 du décret crée une annexe à l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement, laquelle liste les critères permettant de décider si un projet soumis à un examen au cas par cas doit faire l'objet d'une évaluation environnementale ; ces critères sont ceux énoncés à l'annexe III de la directive 2011/92/UE du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement telle que modifiée par la directive 2014/52/UE du 16 avril 2014, intégralement repris.

L'article 10 du décret modifie l'article R. 593-5 du code de l'environnement pour préciser que l'étude d'impact doit tenir compte de l'avis rendu par l'autorité compétente pour prendre la décision d'autorisation lorsque celle-ci a été saisie par le maître d'ouvrage sur le fondement de l'article R. 122-4 du même code. Le maître d'ouvrage doit tenir compte des résultats disponibles d'autres évaluations pertinentes des incidences sur l'environnement requises au titre d'autres législations applicables.

L'article 26 du décret modifie l'article R. 123-46-1 du code de l'environnement pour préciser le contenu du dossier des projets qui font l'objet d'une évaluation environnementale et qui, étant par ailleurs exemptés d'enquête publique, font l'objet d'une consultation du public par voie électronique sur le fondement de l'article L. 123-19 du même code. Désormais, il est précisé que le dossier soumis à participation du public sur le fondement de l'article L. 123-19 doit comprendre les mêmes pièces que celles mentionnées à l'article R. 123-8 du code de l'environnement. L'article R. 123-8 du code de l'environnement précise les pièces devant se trouver dans un dossier d'enquête publique ; il s'agit, notamment, de l'étude d'impact actualisée, de l'avis de l'autorité environnementale et de la réponse de l'exploitant, des autres avis obligatoires, de la réponse de l'exploitant, de la mention des textes qui régissent la consultation et l'indication de la façon dont cette consultation s'insère dans la procédure administrative, de la ou des décisions pouvant être adoptées au terme de la consultation et des autorités compétentes pour prendre la décision d'autorisation, ainsi que de la mention éventuelle que le projet fait l'objet d'une évaluation transfrontalière.

Il est, par ailleurs, désormais précisé que les mentions relatives à l'enquête publique à cet article R. 123-8 du code de l'environnement sont remplacées, pour l'application de l'article R. 123-46-1 du même code, par celles relatives à la participation du public par voie électronique et que la demande, le cas échéant, de mise en consultation sur support papier du dossier, prévue au point II de l'article L. 123-19 du code de l'environnement, se fait dans les conditions prévues à l'article D. 123-46-2 du même code.

▶ **Décret n° 2021-903 du 7 juillet 2021 complétant la section 9 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement**

L'article L. 593-19 du code de l'environnement prévoit que les dispositions pour remédier aux anomalies constatées ou pour améliorer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du même code, proposées par l'exploitant lors des réexamens au-delà de la 35e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire, font l'objet d'une enquête publique. Le décret clarifie le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires au-delà de leur 35e de fonctionnement, et précise la portée et les modalités d'organisation de l'enquête publique et des consultations prévues dans le cadre de ces réexamens. Le décret précise ainsi les modalités de mise en œuvre du dispositif législatif en complétant la section 9 du chapitre III du titre IX du livre V de ce code (partie réglementaire) :

- d'une part, pour sécuriser juridiquement sa mise en œuvre ;
- d'autre part, pour favoriser l'effectivité de la participation du public en lui permettant d'apprécier les améliorations de sûreté déjà mises en œuvre et prévues par l'exploitant dans le cadre de la poursuite de fonctionnement de son installation.

L'article R. 593-62-1 du code de l'environnement ouvre la possibilité, pour un exploitant de plusieurs réacteurs électronucléaires de conception similaire, de réaliser une partie de leur réexamen périodique de manière commune, y compris dans le cas où ils sont implantés sur différents sites. Dans les faits, cette possibilité est déjà mise en œuvre pour les réacteurs électronucléaires français compte tenu de la standardisation du parc exploité par EDF (la phase générique des réexamens est réalisée par palier de puissance). L'intérêt de la disposition est d'encadrer cette possibilité et de lui conférer une existence réglementaire. Le texte précise que, dans cette hypothèse, l'exploitant intègre, pour le réexamen de chaque réacteur, les conclusions de cette partie commune dans le rapport de réexamen, ainsi que les suites que l'ASN y a données. L'exploitant vérifie, préalablement à chaque réexamen, que les conclusions de cette partie commune restent valides au regard de l'évolution des connaissances et du retour d'expérience.

L'article R. 593-62-1 du code de l'environnement prévoit que cette possibilité peut être mise en œuvre exclusivement pour les réacteurs électronucléaires (sa mise en œuvre pour les autres installations nucléaires de base que les réacteurs électronucléaires n'apparaît pas adaptée compte tenu de leur diversité) et pour chaque réexamen (pas seulement à partir du quatrième réexamen).

Le décret crée une sous-section spécifique (1 bis) au sein de la section 9 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement, qui comporte les articles R. 593-62-2 à R. 593- 62- 9, applicable aux réexamens des réacteurs électronucléaires au-delà de leur 35e année de fonctionnement.

Ces articles fixent les modalités d'organisation de l'enquête publique et des consultations prévues dans le cadre de ces réexamens.

Même si les dispositions législatives ne l'imposent pas, le choix est fait d'appliquer les dispositions réglementaires de droit commun relatives à la procédure et au déroulement de l'enquête publique « environnement » (section 2 du chapitre III du titre II du livre Ier de la partie réglementaire du code de l'environnement) en y apportant les adaptations nécessaires (articles R. 593-62-2 à R. 593-62-8).

Il est d'abord précisé que l'enquête publique porte sur les dispositions proposées par l'exploitant et ce que le préfet transmet au président du tribunal administratif lorsqu'il le saisit en vue de la désignation d'un commissaire enquêteur ou d'une commission d'enquête (article R. 593-63-3).

Cette disposition permet de lever toute ambiguïté sur la portée de l'enquête publique et la procédure dans laquelle celle-ci s'inscrit. L'enquête publique porte, en effet, selon les termes mêmes de la loi, sur « *les dispositions proposées par l'exploitant* ».

L'article R. 593-62-4 fixe la composition du dossier soumis à l'enquête publique (qui n'est donc pas celle de l'article R. 123-8 du code de l'environnement).

▶ **Décret n° 2021-1000 du 30 juillet 2021 portant diverses dispositions d'application de la loi d'accélération et de simplification de l'action publique et de simplification en matière d'environnement**

Le décret met en œuvre les dispositions du titre III de la loi d'accélération et de simplification de l'action publique et de simplification en matière d'environnement. Il :

- modifie le tableau de l'article R. 121-2 du code de l'environnement listant les catégories d'opérations relatives aux projets d'aménagement ou d'équipement dont la Commission nationale du débat public est saisie ;
- modifie des dispositions concernant le cas des ICPE situées dans le périmètre d'une installation nucléaire de base (INB) mais non nécessaires à cette INB pour lesquelles l'ASN est compétente (autorisation, enregistrement, délais) ;
- ajoute que les mandataires sont, à présent, comme les fabricants, soumis à certaines obligations en matière d'équipements sous pression.

Il concerne les services de l'État, professionnels, particuliers, maîtres d'ouvrage, associations, bureaux d'études.

Il est entré en vigueur le 1er août 2021 mais il contient des dispositions transitoires.

L'article R. 121-2 du code de l'environnement comporte, en application de ces dispositions, un tableau qui liste les catégories d'opérations relatives aux projets d'aménagement ou d'équipement dont la Commission nationale du débat public est saisie de droit et celles relatives aux projets d'aménagement ou d'équipement rendus publics pour lesquels sa saisine est facultative.

Les articles 2 à 6 du décret modifient de nombreuses dispositions procédurales, notamment relatives à l'autorisation et l'enregistrement des ICPE situées dans le périmètre d'une INB mais non nécessaires à cette INB pour lesquelles l'ASN est compétente.

Les mandataires sont à présent, comme les fabricants, soumis à certaines obligations en matière d'équipements sous pression. Concernant les obligations des opérateurs économiques, au terme de « fabricant » est ajouté celui de « mandataire ». Ainsi, ce sont dorénavant les fabricants, ou le cas échéant leurs mandataires qui indiquent leur nom, leur raison sociale ou leur marque déposée et l'adresse postale à laquelle ils peuvent être contactés sur le produit ou l'équipement ou, lorsque ce n'est pas possible, sur son emballage ou dans un document accompagnant le produit ou l'équipement (article R. 557-2-5 du code de l'environnement).

▶ **Décret n° 2021-1096 du 19 août 2021 modifiant diverses dispositions relatives aux sols pollués et à la cessation d'activité des installations classées pour la protection de l'environnement**

L'article 57 de la loi n° 2020-1525 d'accélération et de simplification de l'action publique a modifié les articles L. 512-6-1, L. 512-7-6 et L. 512-12-1 du code de l'environnement en instaurant, dans le cadre de la procédure de cessation d'activité d'une installation classée pour la protection de l'environnement, l'obligation pour les exploitants de faire attester, par une entreprise certifiée dans le domaine des sites et sols pollués, ou disposant de compétences équivalentes en matière de prestations de services dans ce domaine, la mise en œuvre des opérations relatives à la mise en sécurité du site, ainsi que, le cas échéant, de l'adéquation des mesures proposées pour la réhabilitation du site, puis de la mise en œuvre de ces dernières.

Le décret du 19 août 2021 vient définir les modalités d'application de cet article 57 et réviser en conséquence la procédure de cessation d'activité. Il modifie également certaines dispositions relatives aux secteurs d'information sur les sols. Enfin, il vient préciser les modalités d'application du transfert de tiers demandeur à un autre tiers demandeur, instauré par ce même article 57.

Comme toute réglementation relative aux ICPE, ces dispositions s'appliquent aux ICPE non nécessaires implantées dans le périmètre d'une INB, l'ASN exerçant les attributions en matière de décisions individuelles et de contrôle dévolues au préfet.

L'article 2 de ce décret modifie l'article R. 125-43 du code de l'environnement. Dans le nouvel article R. 125-43, les INB ne figurent plus expressément au nombre des exclusions « *des secteurs d'information sur les sols définis à l'article L. 125-6* ». Toutefois, la nouvelle formulation « *les terrains d'emprise sur lesquels sont exercées des activités nucléaires mentionnées à l'article L. 1333-1 du code de la santé publique* » inclut les activités nucléaires réalisées dans les INB et les ICPE « nucléaires ».

Le décret du 19 août 2021 entre en vigueur le 1er juin 2022, à l'exception des articles 2, 3, 4, 21 et 27, qui entrent en vigueur le lendemain de sa publication.

▶ **Décret n° 2021-1802 du 23 décembre 2021 relatif au référent laïcité dans la fonction publique**

La loi n° 2021-1109 du 24 août 2021 confortant le respect des principes de la République a institué dans les administrations de l'État, les collectivités territoriales et les établissements publics de santé, un référent laïcité, notamment chargé d'apporter tout conseil utile au respect du principe de laïcité à tout fonctionnaire ou chef de service qui le consulte. Ce référent est également chargé d'organiser une journée de la laïcité le 9 décembre de chaque année.

Le décret détermine les missions, les modalités et les critères de désignation de ce référent laïcité.

L'article 1er du décret prévoit que les référents laïcité sont nommés à un niveau permettant l'exercice effectif de leurs fonctions. Ces autorités désignées par le décret peuvent prévoir qu'un référent laïcité peut être commun à plusieurs services ou établissements. Dans ce cas, les référents laïcité sont alors nommés par le chef du service compétent au niveau déterminé, pour une durée qui est fixée par ce dernier. L'article 5 du décret précise que le référent laïcité exerce les missions de conseil aux chefs de service et

aux agents publics pour la mise en œuvre du principe de laïcité, notamment par l'analyse et la réponse aux sollicitations de ces derniers portant sur des situations individuelles ou sur des questions d'ordre général ; de sensibilisation des agents publics au principe de laïcité et la diffusion, au sein de l'administration concernée, de l'information au sujet de ce principe ; d'organisation, à son niveau et le cas échéant en coordination avec d'autres référents laïcité, de la journée de la laïcité le 9 décembre de chaque année.

À la demande de l'autorité qui a déterminé le niveau auquel est désigné le référent laïcité, ce dernier peut être sollicité en cas de difficulté dans l'application du principe de laïcité entre un agent et des usagers du service public. Ces mêmes autorités peuvent préciser les modalités d'exercice de ces missions.

▶ Décret n° 2021-1947 du 31 décembre 2021 **pris pour l'application de l'article 10-1 de la loi n° 2000-321 du 12 avril 2000 et approuvant le contrat d'engagement républicain des associations et fondations bénéficiant de subventions publiques ou d'un agrément de l'État**

Le décret détermine le contenu du contrat d'engagement républicain des associations et des fondations bénéficiant de subventions publiques ou d'un agrément de l'État. Il en fixe les modalités de souscription et précise les conditions de retrait des subventions publiques.

Son article 5 précise que l'association ou la fondation veille à ce que le contrat d'engagement républicain soit respecté par ses dirigeants, par ses salariés, par ses membres et par ses bénévoles. Ce même article indique que sont imputables à l'association ou la fondation les manquements commis par ses dirigeants, ses salariés, ses membres ou ses bénévoles agissant en cette qualité, ainsi que tout autre manquement commis par eux et directement lié aux activités de l'association ou de la fondation, dès lors que ses organes dirigeants, bien qu'informés de ces agissements, se sont abstenus de prendre les mesures nécessaires pour les faire cesser, compte tenu des moyens dont ils disposaient. Un manquement commis aux engagements souscrits au titre du contrat d'engagement républicain est de nature à justifier le retrait d'une subvention, en numéraire ou en nature.

▶ Arrêté du 30 juin 2021 **portant création d'une zone protégée**

Conformément aux dispositions de l'article 413-7 du code pénal, une zone protégée est créée au siège social de l'ASN, située au 15-21, rue Louis-Lejeune à Montrouge (92120). La création d'une telle zone protégée a pour conséquence l'interdiction de pénétrer dans les locaux de l'ASN sans autorisation sous peine de poursuites (articles 413-7 et 413-8 du code pénal).

1.2.1 La radioprotection

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DE LA SANTÉ PUBLIQUE

Dispositions générales pour toute activité nucléaire

▶ Arrêté du 27 janvier 2021 **fixant une liste de catégories d'activités nucléaires dont la justification est considérée comme établie**

L'arrêté, pris en application de l'article R. 1333-9 du code de la santé publique, fixe la liste des catégories d'activités nucléaires dont la justification, énoncée au 1° de l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, est considérée comme établie. Ainsi, par dérogation aux dispositions générales, lorsqu'une activité nucléaire relève d'une catégorie inscrite sur cette liste, le responsable d'activité nucléaire, s'il établit que cette activité répond aux critères d'appartenance à cette catégorie, n'a pas à apporter d'autres éléments de justification.

Le radon

▶ Arrêté du 30 juin 2021 **relatif aux lieux de travail spécifiques pouvant exposer des travailleurs au radon**

Le texte définit les lieux de travail spécifiques, autres que les bâtiments, où l'évaluation du risque radon pour les travailleurs présents ponctuellement ou régulièrement dans ces lieux ne peut pas se baser principalement sur les zones à potentiel radon provenant du sol. De plus, il fixe certaines modalités à prendre en compte par les employeurs dans leur évaluation du risque radon.

Liste des activités nucléaires dont la justification est considérée comme établie par l'arrêté du 27 janvier 2021

SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS	FINALITÉS	TYPES DE SOURCES OU TECHNIQUES CONCERNÉES
Appareils électriques émettant des rayonnements X (1)	• Imagerie scanner à visée diagnostique • Pratiques interventionnelles radioguidées	Appareils de scanographie, y compris : • les appareils de scanographie couplés aux appareils de tomographie par émission monophotonique • les appareils de scanographie couplés aux appareils d'émission de positons
	• Pratiques interventionnelles radioguidées	Appareils fixes ou mobiles
	• Imagerie conventionnelle ou examens à visée diagnostique	Appareils fixes ou mobiles, y compris les appareils de mammographie et les appareils d'ostéodensitométrie
	• Imagerie conventionnelle ou examens à visée de dépistage	Appareils de mammographie numérique 2D
	• Imagerie dentaire à visée diagnostique	Appareils fixes ou mobiles de radiographie rétroalvéolaire, de radiographie panoramique dentaire avec ou sans dispositif de tomographie volumique à faisceau conique

(1) Appareil électrique destiné à émettre des rayonnements X ou en émettant de façon non désirée. Dans le cas d'un appareil électrique destiné à émettre des rayonnements X, il est composé au moins d'un générateur de haute tension, d'un dispositif émetteur de rayonnements X et d'un système de commande ou tout autre dispositif équivalent.

TEXTES PRIS EN APPLICATION DU CODE DU TRAVAIL

▶ Décret n° 2021-1091 du 18 août 2021 **relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants et non ionisants**

Le décret modifie le code du travail pour notamment étendre la durée de la période transitoire pour la mise en place de la nouvelle organisation de la radioprotection et la réalisation des certifications et accréditations d'organismes nécessaires. Il précise, par ailleurs, les dispositions applicables aux travailleurs en situations d'exposition durable résultant d'un accident nucléaire majeur. Il apporte également plusieurs modifications aux dispositions applicables au radon : modification du champ de l'arrêté relatif aux lieux spécifiques mentionné à l'article R. 4451-4 du code du travail pour permettre d'adapter les dispositions du code du travail dans ces lieux, obligation de formation des travailleurs exposés uniquement au radon, suppression de la possibilité de recourir à un organisme agréé par l'ASN pour le mesurage du radon pour la vérification initiale des « zones radon » à compter du 1er janvier 2022.

▶ Arrêté du 12 novembre 2021 **modifiant l'arrêté du 18 décembre 2019 relatif aux modalités de formation de la personne compétente en radioprotection (PCR) et de certification des organismes de formation et des organismes compétents en radioprotection (OCR) et l'arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants**

Ces deux arrêtés mettent en conformité leurs modalités d'entrée en vigueur avec les dispositions du décret précité. Pris en application de l'article R. 4451-126 du code du travail, l'arrêté du 18 décembre 2019 définit les modalités d'exercice du conseiller en radioprotection. Pris en application de l'article R. 4451-51 du code du travail, l'arrêté du 23 octobre 2020 précise les modalités de réalisation des mesurages effectués dans le cadre de l'évaluation des risques. Il réorganise les modalités et les conditions de réalisation des contrôles techniques, désormais dénommés « vérifications », en les proportionnant à l'ampleur des enjeux liés à la radioprotection des travailleurs. Le recours à un organisme accrédité n'est imposé qu'à la mise en service de l'installation et des équipements de travail ainsi qu'à l'issue de toute modification importante de ceux-ci susceptible d'affecter la santé et la sécurité des travailleurs. Enfin, l'employeur a la possibilité d'assurer par les moyens propres de l'entreprise, notamment par ou sous la supervision de son conseiller à la radioprotection, les vérifications périodiques.

Les pôles de compétence en radioprotection

▶ Arrêté du 28 juin 2021 **relatif aux pôles de compétence en radioprotection**

L'arrêté est pris en application de l'article R. 4451-126 du code du travail. Il permet la mise en œuvre, pour les installations nucléaires de base, de la nouvelle organisation de la radioprotection introduite par le décret n° 2018-437 du 4 juin 2018, qui contribue à la transposition de la directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Les pôles de compétence constituent les conseillers en radioprotection de l'employeur et de l'exploitant des INB.

L'arrêté définit les missions et les exigences organisationnelles des pôles de compétence en radioprotection mentionnés à l'article R. 4451-113 du code du travail et à l'article R. 593-112 du code de l'environnement, ainsi que les modalités et conditions d'approbation de ces pôles. Il dispose notamment que l'employeur et l'exploitant d'une INB formulent leur demande d'approbation des pôles de compétence à l'ASN avant le 2 janvier 2022. Dans l'attente de leur approbation, l'employeur et l'exploitant doivent mettre en place des pôles de compétence provisoires.

1.2.2 Les installations nucléaires de base

▶ Arrêté du 7 février 2012 **fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit « arrêté INB »)**

Les travaux de révision de cet arrêté se sont poursuivis en 2021.

1.3 Les décisions de l'ASN

▶ Décision n° 2021-DC-0707 de l'ASN du 2 mars 2021 **relative aux modalités d'audition à distance par le collège de personnes extérieures à l'ASN**

Cette décision organise les modalités d'audition à distance par le collège de l'ASN. Le président de l'ASN peut décider que des personnes extérieures à l'ASN seront entendues par le collège au moyen d'une conférence téléphonique ou audiovisuelle, ou par tout procédé assurant l'échange d'écrits transmis par voie électronique, dans les conditions prévues par l'ordonnance n° 2014-1329 du 6 novembre 2014 relative aux délibérations à distance des instances administratives à caractère collégial et le décret n° 2014-1627 du 26 décembre 2014 relatif aux modalités d'organisation des délibérations à distance des instances administratives à caractère collégial.

▶ Décision du 19 octobre 2021 **portant adoption du règlement intérieur de la commission des sanctions de l'ASN**

Le règlement intérieur de la commission des sanctions de l'ASN a été adopté par les membres de la commission, le 19 octobre, au cours de la séance d'installation de cette dernière. Il comporte des dispositions relatives au fonctionnement de la commission, aux modalités d'instruction des demandes de prononcé d'une amende dont elle sera saisie, de convocation, de déroulement des séances, de délibération, ainsi qu'un rappel des références des textes régissant les incompatibilités et les obligations de déontologie de ses membres.

Le règlement intérieur de la commission des sanctions de l'ASN a été publié au *Journal Officiel* le 5 novembre 2021 et au *Bulletin officiel* de l'ASN le 8 novembre 2021.

1.3.1 La radioprotection

▶ Décision n° 2020-DC-0694 de l'ASN du 8 octobre 2020 **relative aux qualifications des médecins ou chirurgiens-dentistes qui réalisent des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine, aux qualifications requises pour être désigné médecin coordonnateur d'une activité nucléaire à des fins médicales ou pour demander une autorisation ou un enregistrement en tant que personne physique**

L'ASN a mis à jour les qualifications requises pour les médecins ou chirurgiens-dentistes intervenant dans le cadre de l'utilisation des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine, afin d'adapter les dispositions réglementaires aux évolutions des techniques et des conditions d'exercice.

Cette décision abroge la précédente datant de 2011 (décision n° 2011-DC-0238 de l'ASN) et apporte des précisions pour définir les qualifications :

1. du médecin ou du chirurgien-dentiste qui réalise des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine ;
2. du médecin qui assure la coordination des mesures prises pour assurer la radioprotection des patients (article R. 1333-131 du code de la santé publique) ;
3. de la personne physique responsable d'une activité nucléaire à finalité médicale, c'est-à-dire un médecin qui déclare une activité nucléaire à l'ASN ou un médecin qui sollicite une autorisation de l'ASN en radiothérapie, en médecine nucléaire ou en scanographie.

Elle est entrée en vigueur le 7 juillet 2021, après la publication au *Journal Officiel* de son arrêté d'homologation du 5 juillet 2021.

▶ **Décision n° 2021-DC-0703 de l'ASN du 4 février 2021 établissant la liste des activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants à des fins industrielle, vétérinaire ou de recherche (hors recherche impliquant la personne humaine) soumises au régime d'enregistrement, et les prescriptions applicables à ces activités**

Un troisième régime administratif, l'enregistrement, a été introduit dans le code de la santé publique par le décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 ; il correspond à une autorisation simplifiée et s'applique aux activités nucléaires ne nécessitant pas de prescriptions spécifiques individuelles. La décision n° 2021-DC-0703 prise en application des articles L. 1333-8 et R. 1333-113 (et suivants) du code de la santé publique fixe notamment :

- la liste des catégories d'activités nucléaires relevant désormais du régime d'enregistrement, auparavant soumises à autorisation (annexe 1) ;
- les modalités pratiques pour soumettre une demande initiale, de modification ou de renouvellement d'enregistrement et la liste des informations et pièces à fournir lors d'une demande d'enregistrement (annexe 2) ;
- les prescriptions générales spécifiques aux différentes catégories d'activités nucléaires (annexe 3) qui s'imposent aux responsables d'activités nucléaires et dont le non-respect peut être sanctionné ;
- les dispositions transitoires applicables aux activités autorisées basculant du régime d'autorisation au régime d'enregistrement. En effet, en l'absence de modification de l'activité nucléaire autorisée, les autorisations délivrées avant la date d'entrée en vigueur de cette décision tiennent lieu d'enregistrement, et ce, jusqu'à leur date d'échéance (une demande initiale d'enregistrement devra être déposée au plus tard six mois avant la date d'échéance de l'autorisation).

Elle est entrée en vigueur le 1er juillet 2021, après la publication au *Journal Officiel* de son arrêté d'homologation du 15 juin 2021.

▶ **Décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN du 4 février 2021 établissant la liste des activités à finalité médicale utilisant des dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants soumises au régime d'enregistrement et les prescriptions relatives à ces activités**

La transposition dans le droit français de la directive 2013/59/Euratom (dite directive « BSS ») a conduit à modifier le code de la santé publique. Ceci a notamment été réalisé par la publication du décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire. Cette décision modifie et abroge la décision n° 2018-DC-0649 de l'ASN du 18 octobre 2018 prise en application du 2° de l'article R. 1333-109 et de l'article R. 1333-110 du code de la santé publique fixant la liste des activités nucléaires soumises au régime de déclaration et les informations qui doivent être mentionnées dans ces déclarations.

En découle un important changement concernant l'activité des pratiques interventionnelles radioguidées. L'article 12 de la décision portant sur les dispositions transitoires applicables aux pratiques interventionnelles radioguidées prévoit « *pour les pratiques interventionnelles radioguidées ayant fait l'objet d'une déclaration à l'ASN, doivent être transmis, dans les douze mois suivant l'entrée en vigueur de la présente décision, une description des types d'actes exercés selon la liste figurant à l'article 1er, ainsi que les références de la déclaration concernée* ».

Afin de permettre la transmission de ces informations à l'ASN, un formulaire de déclaration a été mis en place.

Les établissements sont invités à déclarer leurs activités *via* un formulaire, en ligne, disponible sur le site Framaforms.

La validité de l'enregistrement est soumise au respect de prescriptions générales spécifiques portant sur les dispositifs médicaux émettant des rayons X utilisés (maintenance, prêt à des fins d'essai, organisation de la radioprotection des patients dans le cadre des pratiques interventionnelles radioguidées). Les dispositions à mettre en œuvre sont formalisées dans le système de management de la qualité mis en place en application de la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019.

Elle est entrée en vigueur le 1er juillet 2021, après la publication au *Journal Officiel* de son arrêté d'homologation du 15 juin 2021.

▶ **Décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021 fixant les obligations d'assurance de la qualité pour les actes utilisant des rayonnements ionisants réalisés à des fins de prise en charge thérapeutique**

À l'issue de la transposition de la directive 2013/59/Euratom[1], l'ASN a entièrement revu le dispositif réglementaire relatif aux obligations d'assurance de la qualité pour les actes médicaux mettant en œuvre des rayonnements ionisants.

La décision de l'ASN n°2021-DC-0708 s'applique aux quatre domaines thérapeutiques utilisant des rayonnements ionisants, à leurs examens scanographiques de préparation et de contrôle, ainsi qu'à la recherche impliquant la personne humaine :

- la radiothérapie externe, dont la contacthérapie et la radiothérapie peropératoire ;
- la curiethérapie ;
- la médecine nucléaire à finalité thérapeutique (radiothérapie interne vectorisée ou RIV) ;
- la radiochirurgie.

La décision abroge la décision n° 2008-DC-0103 du 1er juillet 2008 et étend le champ des actes utilisant les rayonnements ionisants à visée thérapeutique soumis à obligation d'assurance de la qualité.

Les prescriptions sont harmonisées avec le secteur de l'imagerie médicale (décision n°2019-DC-0660).

Cette décision prescrit de nouvelles exigences en termes de mise sous assurance de la qualité :

- extension des obligations d'assurance de la qualité à la médecine nucléaire thérapeutique (art. 1).

1. *Ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 pour la partie législative et décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 pour la partie réglementaire.*

Les points suivants doivent être formalisés :
- les modalités de formation des professionnels à la radioprotection des patients et à l'utilisation d'un nouveau dispositif médical ou d'une nouvelle technique (art. 7) ;
- les tâches à réaliser par une procédure interne d'habilitation au poste de travail des nouveaux arrivants pour tous les corps de métier ou lors d'un changement de poste ou de dispositif médical (art. 7) ;
- la conduite de projet pour tout changement impactant la qualité et la sécurité de la prise en charge des patients (dispositifs médicaux, systèmes d'information, locaux, pratiques de traitement, etc.) à l'aide d'une procédure (art. 8) ;
- les responsabilités respectives du donneur d'ordre et du prestataire en cas d'activité externalisée (tâches sous-traitées, dispositifs médicaux ou opérations concerné(e)s, dispositions techniques prises) par exemple sous la forme d'un contrat (art. 3) ;
- les responsabilités, autorités et délégations des professionnels, y compris en cas d'intervention de prestataires externes (art. 5).

Le système de management de la qualité devra prévoir les modalités de conduite des audits externes par les pairs et, pour la radiothérapie externe, du suivi des patients dans le cadre des registres, lorsque celles-ci seront réglementairement définies.

Elle est entrée en vigueur trois mois après la publication au *Journal Officiel* de son arrêté d'homologation du 17 mai 2021.

1.3.2 Les équipements sous pression

▶ **Décision n° 2021-DC-0702 de l'ASN du 26 janvier 2021 modifiant la décision n° 2020-DC-0688 du 24 mars 2020 relative à l'habilitation des organismes chargés du contrôle des équipements sous pression nucléaires**

Cette décision vient corriger une erreur dans la décision de 2020, l'évaluation de conformité qui a lieu au cours de l'installation d'un équipement sous pression nucléaire (ESPN) ou d'un ensemble nucléaire (mentionné au point 4.1 a) de l'annexe V de l'arrêté du 10 décembre 2015 ayant été omise du périmètre d'habilitation. La décision modificative corrige cette erreur.

Elle est entrée en vigueur le 27 février 2021, après la publication au *Journal Officiel* de son arrêté d'homologation du 16 février 2021.

1.4 Les guides professionnels approuvés par l'ASN

▶ **Décision n° 2021-033633 de l'ASN du 12 juillet 2021 du président de l'Autorité de sûreté nucléaire du 12 juillet 2021 d'acceptation d'un guide professionnel relatif à la pose de systèmes d'obturation de fuites en marche sur un équipement sous pression nucléaire**

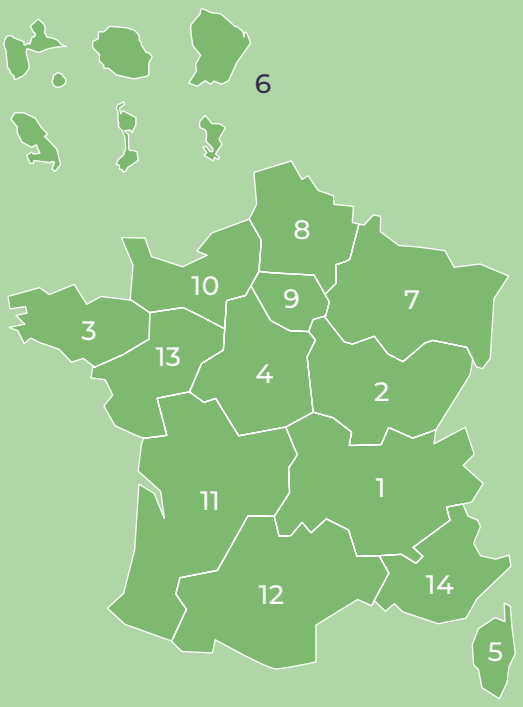
C'est une décision d'acceptation du guide professionnel d'EDF référencé D450712014967 indice 5 relatif à la pose de systèmes d'obturation de fuites en marche sur un ESPN. L'article 10-4 de l'arrêté du 30 décembre 2015 relatif aux équipements sous pression nucléaires et à certains accessoires destinés à leur protection permet à l'exploitant de poser sur les ESPN un dispositif d'obturation de fuites en marche selon les modalités d'un guide professionnel soumis à l'acceptation de l'ASN. La décision précisée approuve le guide proposé par EDF.

LE PANORAMA RÉGIONAL

de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dispose de 11 divisions territoriales lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les départements et régions d'outre-mer. Plusieurs divisions de l'ASN peuvent être amenées à intervenir de manière coordonnée dans une même région administrative. Au 31 décembre 2021, les divisions de l'ASN comprennent 226 agents, dont 169 inspecteurs.

1 Auvergne-Rhône-Alpes ..... p. 40
2 Bourgogne-Franche-Comté ..... p. 50
3 Bretagne ..... p. 51
4 Centre-Val de Loire ..... p. 52
5 Corse ..... p. 57
6 Départements et régions d'outre-mer ..... p. 58
7 Grand Est ..... p. 59
8 Hauts-de-France ..... p. 63
9 Île-de-France ..... p. 65
10 Normandie ..... p. 72
11 Nouvelle-Aquitaine ..... p. 82
12 Occitanie ..... p. 84
13 Pays de la Loire ..... p. 89
14 Provence-Alpes-Côte d'Azur ..... p. 90



Les divisions de l'ASN mettent en œuvre, sous l'autorité des délégués territoriaux (voir chapitre 2), les missions de contrôle de terrain des installations nucléaires de base (INB), des transports de substances radioactives et des activités nucléaires de proximité ; elles instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires exercées sur leur territoire. Elles contrôlent, pour ces activités et dans ces installations, l'application de la réglementation relative à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, aux équipements sous pression ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement. Elles assurent l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

En situation d'urgence radiologique, les divisions de l'ASN contrôlent les dispositions prises par l'exploitant sur le site pour mettre l'installation en sûreté et assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations. Dans le cadre de la préparation à ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions de l'ASN contribuent à la mission d'information du public. Elles participent, par exemple, aux réunions des commissions locales d'information (CLI) des INB et entretiennent des relations régulières avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Cette partie présente l'action de contrôle de l'ASN dans les INB de chaque région et son appréciation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les actions d'information du public et les relations transfrontalières sont évoquées respectivement dans les chapitres 5 et 6.

IMPORTANT

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8 et 9.

DOMAINE MÉDICAL > 07

DOMAINE RECHERCHE ET INDUSTRIE > 08

DOMAINE TRANSPORT > 09



Région Auvergne-Rhône-Alpes

La division de Lyon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région Auvergne-Rhône-Alpes.

En 2021, l'ASN a réalisé 328 inspections dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont 117 dans les centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban, de Cruas-Meysse et du Tricastin, 92 dans les usines et les installations en démantèlement, 104 dans le nucléaire de proximité et 15 dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 40 journées d'inspection du travail, dans les quatre centrales nucléaires et sur le site de Creys-Malville.

En 2021, 26 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (échelle INES) ont été déclarés à l'ASN, dont 21 survenus dans les installations nucléaires de base (INB) et 5 dans le nucléaire de proximité. Un événement significatif pour la radioprotection survenu sur le site de Cruas-Meysse a été classé au niveau 2 de l'échelle INES.

SITE DU BUGEY

Le site industriel du Bugey comprend diverses installations, dont la centrale nucléaire du Bugey, exploitée par EDF, dans la commune de Saint-Vulbas, dans le département de l'Ain, à 35 km à l'est de Lyon. Elle est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques (MWe) chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89.

Le site comprend également un réacteur de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de démantèlement, ainsi que l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) et le Magasin interrégional (MIR) d'entreposage du combustible.

Enfin, le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

Centrale nucléaire du Bugey

Réacteurs 2, 3, 4 et 5 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du Bugey en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire rejoignent dans l'ensemble l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF mais restent contrastées. Les fragilités observées en 2020 sur la mise en œuvre de pratiques renforçant la rigueur de la mise en configuration des circuits ont persisté en 2021. De plus, des insuffisances ont été constatées concernant la déclinaison locale des règles d'essais applicables à compter des quatrièmes visites décennales des réacteurs, la gestion des situations d'urgence et la maîtrise des risques liés à l'incendie. En revanche, l'ASN a conduit une série d'inspections inopinées en salle de commande qui ont permis de relever des améliorations de la surveillance et du respect des spécifications techniques d'exploitation.

Sur le plan de la maintenance, dans un contexte industriel particulièrement chargé avec la poursuite de la quatrième visite décennale du réacteur 4 jusqu'à juin 2021 et le lancement de celle du réacteur 5 en juillet 2021, l'ASN a relevé des fragilités liées à la planification et à la préparation des activités de maintenance. De plus, s'agissant de l'intégration des modifications, des difficultés relatives à la mise à jour du référentiel documentaire et à la prise en compte du retour d'expérience acquis sur le réacteur 2 ont été observées sur les quatrièmes visites décennales menées en 2021. En revanche, la gestion des écarts de conformité s'est améliorée. L'ASN attend donc une consolidation de la maîtrise des arrêts en 2022, qui présentent un volume d'activités à réaliser moins important que celui de 2021.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire sont conformes à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. S'agissant des conditions d'intervention en zone contrôlée, si quelques améliorations sont constatées, des fragilités

récurrentes sont observées concernant la propreté radiologique des installations, le confinement des chantiers à risque de dispersion de contamination et la mise à disposition des équipements de radioprotection. De plus, l'ASN attend des progrès sur la prévention de la contamination des voiries.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. La gestion des déchets se maintient à un niveau globalement satisfaisant. Certains écarts observés en 2020 concernant la maîtrise de la conformité des rétentions ultimes, concourant à la protection de l'environnement, ont encore été relevés en 2021 mais EDF a désormais mis en place une organisation adaptée pour le traitement des écarts affectant ces équipements.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats d'accidentologie du site sont satisfaisants, l'année 2021 étant pourtant marquée par un programme d'activités dense. Cependant, des améliorations sont attendues de la part de l'exploitant pour une meilleure maîtrise des risques liés aux travaux réalisés en hauteur et aux risques chimiques.

Réacteur 1 en démantèlement

Bugey 1 est un réacteur de la filière UNGG. Ce réacteur de première génération, qui fonctionnait avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisait le graphite comme modérateur et était refroidi au gaz. Le réacteur Bugey 1 est un réacteur UNGG « intégré », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson.

En mars 2016, compte tenu des difficultés techniques, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « sous air », et non plus « sous eau » comme envisagé initialement. Par décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020, à la suite de la modification de la stratégie de démantèlement d'EDF, l'ASN a prescrit à EDF d'achever, au plus tard en 2024, les opérations de démantèlement des bâtiments et équipements qui ne sont pas nécessaires au démantèlement du caisson du réacteur.

En 2020, le réacteur Bugey 1 a reçu l'autorisation de l'ASN de créer une nouvelle installation d'entreposage des effluents qui remplacera l'ancienne station, laquelle sera mise hors service, démantelée et assainie.

L'ASN considère que les opérations de démantèlement du réacteur Bugey 1 et de caractérisation du caisson se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes. L'exploitant assure un suivi rigoureux des matériels et des travaux de démantèlement en cours. Après analyse du rapport des conclusions des réexamens périodiques des réacteurs UNGG, l'ASN a indiqué en décembre 2021 qu'elle n'a pas d'objection à la poursuite du démantèlement de ce réacteur.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des centrales nucléaires exploitées par EDF :**
  - Bugey (4 réacteurs de 900 MWe),
  - Cruas-Meysse (4 réacteurs de 900 MWe),
  - Saint-Alban (2 réacteurs de 1 300 MWe),
  - Tricastin (4 réacteurs de 900 MWe) ;
- **les usines de fabrication de combustibles nucléaires exploitées par Framatome à Romans-sur-Isère ;**
- **les usines du « cycle du combustible nucléaire » exploitées par Orano sur la plateforme industrielle du Tricastin ;**
- **la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) exploitée par EDF ;**
- **le Réacteur à haut flux (RHF) exploité par l'Institut Laue-Langevin à Grenoble ;**
- **l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) sur le site nucléaire du Bugey et le Magasin interrégional (MIR) de combustible du Bugey, exploités par EDF ;**
- **le réacteur 1 en démantèlement de la centrale nucléaire du Bugey, exploité par EDF ;**
- **le réacteur Superphénix en démantèlement à Creys-Malville, exploité par EDF, ainsi que ses installations annexes ;**
- **l'irradiateur Ionisos à Dagneux ;**
- **la Station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance (STED) du CEA à Grenoble, en attente de déclassement à la suite de son démantèlement ;**
- **le centre de recherche international du CERN, situé à la frontière entre la Suisse et la France ;**
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 22 services de radiothérapie externe,
  - 6 services de curiethérapie,
  - 23 services de médecine nucléaire,
  - 121 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 154 scanners au sein de 115 établissements,
  - environ 10 000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - 1 synchrotron,
  - environ 700 structures vétérinaires (cabinets ou cliniques),
  - 35 agences de radiologie industrielle,
  - environ 600 utilisateurs d'équipements industriels,
  - environ 70 unités de recherche publiques ou privées ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 3 organismes et 7 agences pour le contrôle de la radioprotection.

Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés

L'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) constitue l'INB 173 et a pour objet le conditionnement et l'entreposage de diverses catégories de déchets radioactifs sur le site du Bugey (Ain). Elle est conçue pour réceptionner, conditionner et entreposer :

- des déchets de graphite de faible activité à vie longue (FA-VL) issus de la déconstruction du réacteur de Bugey 1, destinés, après entreposage, à un stockage en faible profondeur dont le concept est encore à l'étude ;
- des déchets métalliques activés, de moyenne activité à vie longue (MA-VL), issus de l'exploitation des centrales en fonctionnement, par exemple des pièces ayant séjourné à proximité du cœur du réacteur, comme des grappes de commande, destinés, après entreposage, à un stockage en couche géologique profonde ;
- certains déchets de faible ou moyenne activité à vie courte (FMA-VC), dits à « envoi différé », destinés au stockage en surface, mais nécessitant une décroissance radioactive de quelques années à quelques dizaines d'années avant leur acceptation au centre de stockage de l'Aube (CSA – INB 149), exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

L'ASN a autorisé, le 28 juillet 2020, la mise en service d'Iceda et encadré l'exploitation de l'installation par des prescriptions relatives au domaine de fonctionnement, aux durées maximales d'entreposage des déchets radioactifs, à la définition de critères de déclenchement du plan d'urgence interne (PUI), au contenu du dossier de fin de démarrage, au respect des hauteurs de qualification des colis de déchets, et aux modalités de réception des crayons sources de Chooz A. Le premier colis de déchets activés a été réceptionné fin septembre 2020. Par courrier du 5 mai 2021, EDF a déposé, auprès de la ministre chargée de la sûreté nucléaire, une demande de modification du décret d'autorisation de création (DAC) d'Iceda en vue d'accueillir les déchets de démantèlement de Fessenheim.

Il ressort des inspections réalisées en 2021 dans cette installation que les contrôles et essais périodiques ainsi que la surveillance des prestataires qui les réalisent doivent être améliorés.

Magasin interrégional

Situé au Bugey et exploité par EDF, le Magasin interrégional (MIR – INB 102) est une installation d'entreposage de combustibles nucléaires neufs à destination du parc de centrales nucléaires en exploitation.

Le MIR a présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2021, année où ses activités d'exploitation sont restées limitées pour permettre la rénovation de différents matériels. L'ASN a relevé un renforcement du suivi opérationnel des activités.

Le conditionnement en colis C1PG^{SP} des déchets MA-VL dans Iceda

Les déchets MA-VL sont des déchets activés d'exploitation des réacteurs nucléaires et des déchets activés issus de la déconstruction de certaines centrales nucléaires. Ils sont destinés à un stockage en couche géologique profonde en application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement.

Les déchets radioactifs produits lors des phases de fonctionnement puis de démantèlement d'une INB doivent faire l'objet d'une gestion sûre jusqu'à leur élimination dans une installation de stockage adaptée. Chacune de ces étapes doit donc être compatible avec les suivantes, tout particulièrement avec le stockage. L'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB prévoit ainsi que le conditionnement des déchets destinés à des installations de stockage de déchets radioactifs à l'étude prévues aux articles 3 et 4 de la loi du 28 juin 2006 et ne disposant pas de spécifications d'acceptation est subordonné à l'accord de l'ASN.

Le 23 novembre 2018, EDF a déposé un dossier de demande d'accord de conditionnement des déchets MA-VL dans un modèle de colis dénommé « C1PG^{SP} ». Après avoir été triés, caractérisés, découpés le cas échéant et mis en panier, les déchets MA-VL sont bloqués à l'aide d'un coulis cimentaire, dit « de blocage », remplissant les vides dans le panier entre les déchets et assurant la tenue mécanique du bloc de déchet. Après la prise du coulis de blocage, les paniers sont lavés et séchés puis calés par un coulis dit « de calage » dans une coque en béton. Une fois la prise du coulis de calage effectuée, les colis sont bouchés par un béton de même formulation que la coque. Le colis fait ensuite l'objet de contrôles et mesures radiologiques et est transféré vers un hall d'entreposage d'Iceda.

À l'issue de l'instruction de ce dossier, l'ASN a estimé que le processus envisagé par EDF permettrait de réaliser des colis de déchets qui pourront être entreposés puis stockés de manière sûre. L'ASN a donc autorisé EDF à conditionner ses déchets en colis C1PG^{SP} le 19 juillet 2021 par la décision n° CODEP-DRC-2021-013808. Elle a cependant noté que des études complémentaires étaient encore en cours et a décidé, dans son autorisation, de limiter la puissance thermique dégagée par chaque colis et au sein de chaque hall d'entreposage et de borner au 31 décembre 2023 la validité de son accord de conditionnement. La prolongation de cet accord est conditionnée par la remise des études complémentaires susmentionnées au plus tard le 31 décembre 2022 et à l'accord de l'ASN à la suite de leur examen.

Le 6 septembre 2021, EDF a débuté les opérations de fabrication des premiers colis de déchets issus du démantèlement de Chooz A et de l'exploitation de Fessenheim. En octobre 2021, le premier colis C1PG^{SP} a ainsi été produit dans Iceda et y a été entreposé.

Centrale nucléaire de Saint-Alban

La centrale nucléaire de Saint-Alban, exploitée par EDF dans le département de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil à 40 km au sud de Lyon, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1986 et 1987. Le réacteur 1 constitue l'INB 119, le réacteur 2, l'INB 120.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale du parc.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève que la centrale nucléaire de Saint-Alban maintient en 2021 ses bonnes performances, qui se situent au-delà de l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Le site a notamment réalisé des progrès sur les consignations et les mises en configuration des circuits. Des pistes d'amélioration concernant le suivi des régimes d'intervention délivrés aux intervenants persistent. Quant à l'intégrité de la première barrière, constituée par les gaines des assemblages de combustible, l'ASN relève que des phénomènes de corrosion accélérée de certains assemblages ont été identifiés sur les deux réacteurs et ont fait l'objet d'un suivi particulier.

En matière de maintenance, les deux réacteurs du site ont été arrêtés en 2021 pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible. L'ASN considère qu'EDF a maîtrisé la réalisation des activités prévues et le respect des exigences de sûreté associées.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les résultats opérationnels ont été satisfaisants. La disponibilité du matériel de radioprotection et le suivi des sas d'accès aux chantiers à risque de contamination ont continué de progresser. L'ASN a pu constater l'amélioration des évaluations prévisionnelles dosimétriques, notamment des équipes du service conduite. Cependant, l'ASN attend encore une amélioration de l'affichage et du respect des règles d'accès aux chantiers ainsi qu'un renforcement de la culture de radioprotection lors de la préparation des chantiers.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. Si la mise en situation d'événement de pollution liquide sur le site, organisée par l'ASN dans le cadre d'une campagne nationale d'inspections, a permis de vérifier que chaque intervenant avait une bonne connaissance des procédures à appliquer, elle a toutefois montré que la préparation et la réactivité des interventions prévues pour ces situations pouvaient être améliorées.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats du site sont relativement satisfaisants. Si le site n'a déploré aucun accident grave ou lié aux risques critiques, l'accidentologie, notamment pendant les arrêts de réacteur, reste plus élevée que sur d'autres centrales nucléaires comparables.

Centrale nucléaire de Cruas-Meysse

La centrale nucléaire de Cruas-Meysse, mise en service entre 1984 et 1985 et exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche sur le territoire des communes de Cruas et de Meysse, est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 111, les réacteurs 3 et 4 constituent l'INB 112.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Cruas-Meysse en matière de sûreté nucléaire rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Cependant, les performances de cette centrale en matière d'environnement et de radioprotection sont légèrement en retrait.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève un positionnement satisfaisant de la filière indépendante de sûreté et une amélioration de la rigueur d'exploitation. Par ailleurs, l'ASN considère que les performances en matière de gestion du risque d'incendie sont en progrès.

Concernant la maintenance des installations, l'ASN considère que la surveillance des prestataires, la déclinaison du référentiel de maintenance et la conformité matérielle des installations par rapport aux exigences qui leur sont applicables doivent progresser. En effet, plusieurs inspections de l'ASN et événements significatifs déclarés révèlent des anomalies à la suite d'opérations de maintenance. Le site a également rencontré des difficultés à démontrer à l'ASN, en fin d'arrêt, le traitement satisfaisant de ces anomalies.

En matière de radioprotection, l'ASN constate que des insuffisances persistent concernant la propreté radiologique des installations et la maîtrise du risque de contamination en période d'arrêt de réacteur. En 2021, un salarié du site a notamment été exposé à une dose à la peau supérieure à la limite annuelle autorisée, ce qui a donné lieu à la déclaration d'un événement significatif pour la radioprotection classé au niveau 2 sur l'échelle INES.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Cruas-Meysse doivent également progresser, notamment concernant le confinement des effluents et la conduite à tenir en cas de situation de pollution.

En matière d'inspection du travail, les résultats du site sont globalement satisfaisants. Les inspections de l'ASN ont montré le respect des engagements pris par le site concernant la conformité électrique des installations, et les actions menées pour garantir la conformité de la ventilation des locaux à pollution spécifique. La vigilance et les efforts doivent toutefois être maintenus pour ce qui concerne les risques électriques ainsi que les risques liés à l'usage d'engins lors d'activités de manutention.

SITE DU TRICASTIN

Le site nucléaire du Tricastin, situé dans la Drôme et le Vaucluse, constitue un vaste site industriel accueillant la plus importante concentration d'installations nucléaires et chimiques de France. Il est implanté sur la rive droite du canal de Donzère-Mondragon (canal de dérivation du Rhône) entre Valence et Avignon. Il s'étend sur une surface de 800 hectares répartie sur trois communes, Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte dans la Drôme, Bollène dans le Vaucluse. Ce site regroupe de nombreuses installations, avec une centrale nucléaire comprenant quatre réacteurs de 900 MWe, des installations du « cycle du combustible nucléaire » et, enfin, une base chaude opérationnelle qui assurait des opérations de maintenance et d'entreposage.

Centrale nucléaire du Tricastin

La centrale nucléaire du Tricastin est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun : les réacteurs 1 et 2, mis en service en 1980, constituent l'INB 87, les réacteurs 3 et 4, mis en service en 1981, constituent l'INB 88.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire du Tricastin en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent en 2021 l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire, en progrès depuis 2019, sont conformes à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. Sur le plan de la maintenance, les quatre réacteurs de la centrale nucléaire du Tricastin ont été arrêtés en 2021 pour maintenance programmée et renouvellement partiel du combustible, le réacteur 2 ayant suivi sa quatrième visite décennale, synonyme de maintenance renforcée. L'ASN considère que la maîtrise de ces arrêts est rigoureuse, notamment sur la planification et la préparation des activités de maintenance. Les modifications prévues pour le renforcement de la sûreté au cours de la quatrième visite décennale du réacteur 2 ont été intégrées de façon satisfaisante. La maîtrise de l'intégrité de la première barrière, constituée par les gaines des assemblages de combustible, est également en progrès. L'écoute de la filière indépendante de sûreté, évaluée en 2021, est jugée satisfaisante et l'analyse des événements significatifs reste de qualité. Des fragilités sont toutefois toujours constatées dans certains domaines, notamment sur la surveillance des activités en salle de commande et sur la mise en configuration des circuits.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire sont conformes à l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF et en amélioration par rapport à 2020, dans la continuité de la dynamique entamée en 2019. La dosimétrie reçue par les intervenants d'EDF comme des prestataires apparaît maîtrisée, et des progrès notables ont été réalisés dans l'établissement des évaluations dosimétriques prévisionnelles des arrêts. Comme indiqué en 2020, la propreté radiologique des locaux, pendant les arrêts de réacteur, pourrait cependant être améliorée.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire sont en retrait par rapport à 2020 et légèrement en deçà de l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF dans ce domaine. L'exercice de confinement d'une pollution liquide organisé par l'ASN a montré que la préparation et la réactivité des interventions prévues pour ces situations devaient être renforcées. L'événement de pollution des eaux souterraines par des effluents contenant du tritium survenu en fin d'année et l'inspection réactive de l'ASN ont montré que la maîtrise des transferts et des entreposages d'effluents devait être améliorée. L'ASN attend des progrès sur ce sujet en 2022.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats du site sont en nette amélioration. L'accidentologie, notamment pendant les arrêts de réacteur, a été maîtrisée, avec une baisse des accidents sans arrêt de travail. Toutefois, l'ASN relève qu'un accident grave a eu lieu cette année lors de l'intervention d'un plongeur.

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Les installations du « cycle » du Tricastin couvrent principalement les activités de l'amont du « cycle du combustible » et sont exploitées depuis fin 2018 par un exploitant unique, Orano Cycle, devenu Orano Chimie-Enrichissement au 1er janvier 2021 et dénommé Orano ci-après.

Le site comporte :

- **l'installation TU5** (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$ issu du retraitement de combustibles usés en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) ;
- **l'usine W** (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d'UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- **les anciennes installations ex-Comurhex (INB 105) et l'usine Philippe Coste** (ICPE dans le périmètre de l'INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en hexafluorure d'uranium (UF_6) ;
- **l'ancienne usine Georges Besse I** (INB 93) d'enrichissement de l'UF_6 par diffusion gazeuse ;
- **l'usine Georges Besse II** (INB 168) d'enrichissement de l'UF_6 par centrifugation ;
- **les parcs uranifères** du Tricastin (INB 178 et 179) d'entreposage d'uranium sous forme d'oxydes ou UF_6 ;
- **les ateliers de maintenance, de traitement des effluents liquides et de conditionnement de déchets** (IARU – INB 138) ;
- **le laboratoire Atlas** d'analyse des échantillons de procédé et de surveillance de l'environnement (INB 176) ;
- **une installation nucléaire de base secrète** (INBS), qui regroupe notamment des installations anciennes en démantèlement, des parcs d'entreposage de substances radioactives et une unité de traitement d'effluents liquides.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites en 2021, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano du Tricastin est en progrès. L'année 2021 a été marquée par le changement d'exploitant prévu par le projet PEARL, l'exploitant unique de la plateforme Orano Cycle devenant Orano Chimie-Enrichissement au 1er janvier 2021. L'usine Philippe Coste a trouvé un régime de fonctionnement plus stabilisé. L'ASN a mis à jour ses prescriptions et suivi la poursuite du démarrage des fonctions supports de cette usine. Le nouvel atelier de traitement de déchets Trident de l'INB 138 a également démarré progressivement en 2021. La construction de la nouvelle installation d'entreposage d'uranium de retraitement, dénommée FLEUR, a débuté en parallèle de l'instruction de son autorisation. Enfin, l'ASN a poursuivi l'instruction de la demande d'autorisation de création du futur atelier de maintenance des conteneurs (AMC2). Il prendra le relai de l'atelier existant (AMC), qui doit s'arrêter en 2024. Cette demande d'autorisation a fait l'objet d'une enquête publique du 10 décembre 2021 au 12 janvier 2022.

En 2021, l'ASN a mené une campagne d'inspections inopinées simultanées sur les INB 93, 105, 138, 155, 168 et 178 portant sur les contrôles et essais périodiques (CEP) et la maintenance, dont l'objectif était de vérifier l'organisation d'Orano dans ces domaines. Ainsi, les inspecteurs ont pu assister à plus d'une dizaine de CEP ou d'opérations de maintenance et visiter les magasins de pièces de rechange. Le bilan général de ces inspections est satisfaisant.

Orano a présenté à l'ASN sa stratégie d'évolution du schéma industriel pour la gestion de l'intégralité des effluents liquides du site. L'ASN a mis en place un suivi régulier de la mise en œuvre de cette stratégie, nécessaire pour anticiper les évolutions techniques. Afin de s'assurer de l'avancement du traitement du passif de substances radioactives diverses entreposées sur le site, l'ASN a également demandé à Orano de lui présenter annuellement l'état d'avancement de son plan d'action relatif au traitement de ces substances.

L'ASN veillera également en 2022 à ce qu'Orano améliore son organisation pour analyser la conformité des installations aux textes réglementaires, et progresse encore dans le suivi des engagements pris envers l'ASN.

Usines Orano de chimie de l'uranium TU5 et W

L'INB 155, dénommée TU5, peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous une forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin. L'usine W, située dans le périmètre de l'INB 155, permet quant à elle de traiter l'UF_6 appauvri, issu de l'usine d'enrichissement Georges Besse II, pour le stabiliser en U_3O_8.

L'ASN considère que les installations situées dans le périmètre de l'INB 155 sont exploitées avec un niveau de sûreté satisfaisant mais relève un accroissement des événements significatifs relatifs à la radioprotection des travailleurs.

Pour l'usine TU5, l'ASN a rendu publique en 2021 son analyse du rapport de réexamen périodique de l'installation. Elle poursuit le contrôle de la mise en œuvre des engagements pris dans ce cadre.

L'ASN sera attentive aux actions que l'exploitant mettra en œuvre en 2022 sur la thématique de la culture de sûreté et radioprotection et restera vigilante au maintien d'une rigueur suffisante dans les gestes d'exploitation, de maintenance et dans le suivi des écarts détectés.

Usines Orano de fluoration de l'uranium

Conformément à la prescription de l'ASN, les installations de fluoration les plus anciennes ont définitivement été mises à l'arrêt en décembre 2017. Les installations arrêtées ont depuis été vidangées de la majorité de leurs substances dangereuses et sont en phase de préparation au démantèlement.

Le démantèlement de l'INB 105 est autorisé par le décret n° 2019-1368 du 16 décembre 2019. Les principaux enjeux associés sont liés aux risques de dissémination de substances radioactives, ainsi que d'exposition aux rayonnements ionisants et de criticité, en raison de substances uranifères résiduelles présentes dans certains équipements.

L'ASN a contrôlé en 2021 la poursuite de la remise à niveau de l'usine Philippe Coste, dont les installations sont classées Seveso seuil haut et remplacent celles de l'INB 105 (ex-Comurhex). Les principales unités de cette usine avaient été mises en service en 2019 mais l'exploitant avait dû remplacer en 2020 tous les cristallisoirs et résoudre diverses difficultés technologiques. Cette mise à niveau du cœur du procédé a permis de retrouver en 2021 un fonctionnement plus stable, donc plus sûr et moins générateur des faibles rejets atmosphériques liés aux transitoires d'exploitation. La nouvelle unité de production de fluor a également été mise en service. L'ASN sera vigilante en 2022 au maintien des conditions d'exploitation, notamment celles des anciennes unités de traitement des effluents de la conversion. En effet, la nouvelle unité de traitement des effluents de l'usine Philippe Coste, devant être modifiée en profondeur, ne sera disponible que dans plusieurs années.

Par ailleurs, concernant les installations mises à l'arrêt, l'ASN estime que les projets de reconditionnement des colis ont insuffisamment avancé et attend de l'exploitant qu'il se mobilise plus fortement pour assurer le reconditionnement des colis contenant des substances radioactives et dangereuses entreposés sur les aires 61 et 79 dans les délais impartis.

Usine d'enrichissement Georges Besse 1

Constituant l'INB 93, l'installation d'enrichissement de l'uranium Georges Besse 1 (Eurodif) était principalement composée d'une usine de séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de diffusion gazeuse.

À la suite de l'arrêt de la production de cette usine en mai 2012, l'exploitant a mis en œuvre, de 2013 à 2016, les opérations de « rinçage intensif suivi de la mise "en air" d'Eurodif » (opération Prisme), qui consistaient à effectuer des opérations de rinçage répétés des circuits de diffusion gazeuse avec du trifluorure

de chlore (ClF_3), une substance toxique et dangereuse. Ces opérations ont permis d'extraire la quasi-totalité de l'uranium résiduel déposé dans les barrières de diffusion et sont désormais terminées.

L'exploitant a déposé sa demande de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement de l'installation en mars 2015. Le décret prescrivant à Orano de procéder aux opérations de démantèlement de l'usine Georges Besse 1 a été publié le 5 février 2020.

Les enjeux du démantèlement concernent notamment le volume important de déchets de très faible activité (TFA) produits, dont 160 000 tonnes de déchets métalliques qui font l'objet d'études spécifiques (voir « Stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano », dans « Faits marquants » en introduction de ce rapport). En 2021, l'ASN a notamment mené une inspection renforcée du plan d'action issu du dossier de réexamen périodique. L'ASN considère que les actions sont correctement menées mais qu'il convient de renforcer le suivi des mises à jour du plan d'action. Désormais, le principal risque résiduel de l'INB 93 est lié aux conteneurs d'UF_6 des parcs d'entreposage, appartenant encore au périmètre de l'installation. Ces parcs devraient être rattachés à terme aux parcs uranifères du Tricastin (INB 178).

Usine d'enrichissement Georges Besse II

Constituant l'INB 168, l'usine Georges Besse II est la nouvelle installation d'enrichissement du site depuis l'arrêt d'Eurodif. Elle met en œuvre la séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de centrifugation.

Les installations de l'usine ont présenté en 2021 un niveau de sûreté satisfaisant. Les technologies mises en œuvre dans l'installation permettent d'atteindre des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement élevés. L'ASN considère que l'exploitant suit bien ses engagements envers l'ASN.

Les portiques extérieurs de manutention des cylindres d'UF_6 ne sont plus utilisés depuis octobre 2020 à la suite d'une dégradation de leurs voies de roulement. L'exploitant recourt à des engins pour déplacer les cylindres et étudie toujours la réparabilité des portiques. L'ASN a également inspecté en 2021 les actions entreprises par l'exploitant afin de diminuer les rejets de fluide frigorigène dans l'atmosphère. Le respect des prescriptions examinées s'est avéré satisfaisant et l'exploitant poursuit ses efforts pour maîtriser ce type de rejets.

L'ASN a délivré en 2021 une autorisation permettant de faire évoluer le mode d'exploitation de certaines cascades d'enrichissement. L'ASN veillera au fait que ces modifications soient réalisées en toute sûreté.

Ateliers de maintenance, de traitement des effluents et de conditionnement de déchets

Constituant l'INB 138, l'installation d'assainissement et de récupération de l'uranium (IARU) assure le traitement d'effluents liquides et de déchets, ainsi que des opérations de maintenance pour diverses INB.

L'ASN considère que les efforts réalisés en 2021 par l'exploitant pour améliorer le niveau de sûreté opérationnelle et la rigueur d'exploitation de l'INB 138 doivent être poursuivis. L'ASN a vérifié en 2021 le respect des nombreux engagements pris en 2020 envers l'ASN sur la thématique de l'incendie. Des améliorations ont été constatées mais des actions restent à réaliser. L'ASN a d'ailleurs mené une inspection renforcée du plan d'action et des études associées au réexamen périodique ainsi qu'une inspection dédiée aux activités de traitement de surfaces, qui a conduit à de nombreuses demandes de mise à niveau.

Le décret n° 2019-113 du 19 février 2019 a autorisé la modification substantielle de l'INB, pour créer notamment un atelier de traitement des déchets du site dénommé « Trident », dont certains modules ont démarré en 2021, à la suite des premiers l'année précédente.

L'instruction technique de la mise à jour des décisions de rejets pour toute l'INB 138 a été menée en 2021, avec une consultation du public du 15 novembre au 6 décembre 2021, et la procédure réglementaire devrait se conclure en 2022.

L'ASN veillera en 2022 à la poursuite des actions menées par l'exploitant pour renforcer la rigueur d'exploitation. L'ASN examinera aussi la prise en compte des conclusions du réexamen périodique, dont la prévention du risque d'incendie et la mise à niveau des activités de traitement de surfaces.

Parcs uranifères du Tricastin et P35

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, les Parcs uranifères du Tricastin (INB 178) ont été créés. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. Dans la continuité de ce processus de déclassement, l'installation « P35 » (INB 179) a ensuite été créée. Elle regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. Un projet d'entreposage complémentaire, dénommé FLEUR, est en cours ; la demande d'autorisation de création a fait l'objet d'une enquête publique du 2 novembre au 3 décembre 2020 et son instruction a été poursuivie en 2021.

Les INB 178 et 179, exploitées par Orano, ont présenté un niveau de sûreté globalement satisfaisant en 2021. La tenue et la propreté des installations sont restées à un bon niveau. De manière générale, l'exploitant doit toujours veiller à respecter les échéances d'engagements pris auprès de l'ASN. L'ASN a contrôlé, sans relever d'écart, la construction de futurs bâtiments d'entreposage supplémentaires liés au projet FLEUR. Concernant le bâtiment de gestion de crise et ses équipements, l'exploitant a poursuivi les efforts visant à garantir le fonctionnement du centre de crise et des divers matériels mobiles de crise. Des difficultés techniques ont toutefois été rencontrées, en 2021, avec certaines sirènes d'alerte de la population qui étaient indisponibles.

Laboratoire d'analyses du Tricastin

Le laboratoire d'analyses du Tricastin Atlas constitue l'INB 176, autorisée par le décret n° 2015-1210 du 30 septembre 2015 et mise en service en mai 2017. L'installation présente une amélioration significative de la sûreté par rapport aux anciens laboratoires qu'elle remplace.

Alors que des difficultés avaient été rencontrées sur un des bancs jusqu'en 2020, les trois bancs d'analyse et d'échantillonnage d'UF_6 fonctionnent désormais correctement.

D'une manière générale, l'ASN a relevé en 2021, au travers de ses inspections, des améliorations dans le domaine de la prévention de l'incendie et de la criticité. Les engagements pris par l'exploitant envers l'ASN sont tenus et bien suivis et la gestion des écarts a également été améliorée.

Base chaude opérationnelle du Tricastin

La Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) constitue l'INB 157. Elle est exploitée par EDF et avait pour vocation l'entretien et l'entreposage de matériels et outillages provenant des circuits et matériels contaminés des réacteurs électronucléaires, à l'exclusion des éléments combustibles.

Par courrier du 22 juin 2017, EDF a déclaré l'arrêt définitif de la BCOT en juin 2020. Les activités d'entreposage et les opérations de maintenance sont désormais réalisées dans sa base de maintenance de Saint-Dizier.

La dernière activité d'exploitation a consisté à terminer la découpe des tubes guides de grappe usagés des REP exploités par EDF. L'installation se prépare désormais au démantèlement, dont la procédure d'examen est en cours. L'ASN estime que le niveau de sûreté de la BCOT est satisfaisant.

SITE DE ROMANS-SUR-ISÈRE

Sur son site de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26), la société Framatome exploite l'INB 63-U, dénommée « Usine de fabrication de combustibles nucléaires » issue de la réunion de deux INB, l'unité de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche (ex-INB 63) et l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux REP (ex-INB 98).

Usines Framatome de fabrication de combustibles nucléaires

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l'UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre, dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « FBFC » (ex-INB 98), sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages destinés à être utilisés dans les réacteurs des centrales nucléaires. S'agissant des réacteurs expérimentaux, les combustibles sont plus variés, certains d'entre eux utilisant, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont également fabriqués dans l'usine de Romans-sur-Isère, appelée « Cerca » (ex-INB 63).

L'ex-INB 63 comprend notamment le bâtiment F2, qui accueille la « zone uranium », où sont élaborés des noyaux de poudre compactée placés dans des cadres et plaques en aluminium. L'exploitant a entrepris de remplacer cette zone uranium par une nouvelle zone uranium, dite « NZU », afin notamment d'améliorer le confinement des locaux, du procédé, et la prévention des risques en cas de séisme extrême. Les travaux de construction de la NZU ont débuté fin 2017. Ces nouveaux bâtiments doivent accueillir les activités actuelles de la zone uranium du bâtiment F2 avant le 31 décembre 2022. En effet, à compter de cette date, fixée dans la décision n° 2019-DC-0670 de l'ASN du 4 juin 2019 relative au réexamen périodique de l'ex-INB 63, la présence de substances radioactives sera interdite dans la zone uranium du bâtiment F2. En 2021, la construction de la NZU s'est poursuivie, notamment avec la fabrication et la mise en place des nouveaux équipements ainsi que les premiers essais d'exploitation. La mise à jour du rapport de sûreté ainsi que les nouvelles règles générales d'exploitation liées à la NZU ont été remises au premier semestre 2021 et ont fait l'objet de demandes complémentaires de la part de l'ASN.

Une demande de modification de l'arrêté du 22 juin 2000 encadrant les prélèvements d'eaux, les rejets et la surveillance de l'environnement du site nucléaire de Romans-sur-Isère a également été déposée auprès de l'ASN en juillet 2020. Cette demande fait suite à plusieurs évolutions, dont notamment la modification du DAC de l'ex-INB 98 augmentant sa capacité de production, l'arrêt de certaines activités, la prise en compte des modifications apportées aux installations de traitement des effluents liquides, le passage d'un rejet des effluents liquides en continu à un rejet par cuves. Ce dossier donnera lieu à la publication de deux décisions de l'ASN : la première fixant des prescriptions relatives aux modalités de rejet d'effluents, de prélèvement et de consommation d'eau et de surveillance de l'environnement, et une seconde fixant les limites de rejet dans l'environnement. Les projets de décision ont été mis en consultation publique du 14 juillet au 29 août 2021.

L'ASN a autorisé, par décision du 20 décembre 2021, la remise en exploitation de l'atelier « *Training, Research, Isotopes, General Atomics* » (TRIGA) destiné à produire des combustibles pour des réacteurs de recherche de conception américaine.

Une demande de modification substantielle de l'ex-INB 98, déposée en décembre 2020, vise à permettre l'augmentation de la production de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi. Elle est en cours d'instruction.

Dans la mesure où les bâtiments des ex-INB 98 et 63 sont très imbriqués sur un même site, une demande de réunion des deux INB a été déposée en 2020. Le 23 décembre 2021,

les deux INB ont été fusionnées, par décret n° 2021-1782, au sein d'une INB unique 63-U, dénommée Usine de fabrication de combustibles nucléaires.

En 2021, six événements significatifs relatifs à la maîtrise du risque de criticité ont été déclarés au niveau 1 de l'échelle INES par Framatome. Ces événements sont sans lien les uns avec les autres et concernent les deux INB. L'ASN a réalisé une inspection réactive pour deux d'entre eux et reste vigilante à la mise en œuvre d'actions efficaces afin d'éviter la reproduction de tels événements.

Les inspections réalisées en 2021 ont permis de vérifier la bonne tenue des installations lors des travaux d'été et le respect des engagements pris, notamment sur la maîtrise de la maintenance. Toutefois, l'inspection concernant le contrôle d'agrément du laboratoire L1 pour les mesures de radioactivité dans l'environnement a mis en exergue des lacunes, qui ont fait l'objet d'un plan d'action important par l'exploitant. Ces améliorations ont été vérifiées au dernier trimestre 2021, par une inspection inopinée dont les conclusions sont satisfaisantes.

En 2022, l'ASN sera attentive à l'avancement du chantier NZU ainsi qu'au maintien de la rigueur d'exploitation et au déploiement d'une bonne attitude interrogative, gage de sûreté opérationnelle, dans un contexte d'importants mouvements au sein des équipes de sûreté et radioprotection et de poursuite des modifications des installations. Par ailleurs, les règles de gestion des déchets doivent continuer à être déployées et rappelées dans les différentes installations du site.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin

L'Institut Laue-Langevin (ILL), organisme de recherche internationale, abrite un réacteur à haut flux neutronique (RHF) de 58 mégawatts thermiques (MWth), à eau lourde, qui produit des faisceaux de neutrons thermiques très intenses destinés à la recherche fondamentale, notamment dans les domaines de la physique du solide, de la physique neutronique et de la biologie moléculaire.

Le RHF constitue l'INB 67 et accueille sur son périmètre le laboratoire de recherche internationale en biologie (*European Molecular Biology* – EMBL). Cette INB, qui emploie environ 500 personnes, occupe une surface de 12 hectares, située entre l'Isère et le Drac, juste en amont du confluent, à proximité du centre CEA de Grenoble.

L'ASN considère que le management de la sûreté du RHF en 2021 est satisfaisant. L'ILL a confirmé les améliorations notées depuis 2019 en matière de respect des exigences relatives à la protection des personnes et de l'environnement.

En 2021, l'ILL a poursuivi l'avancement du plan d'action établi pour son troisième réexamen périodique et enrichi par les engagements pris à la suite de l'instruction de ses conclusions. En fin d'année, les premiers chantiers d'un grand arrêt, d'une durée prévisionnelle de 14 mois, ont débuté. Ils portent notamment sur le remplacement d'équipements technologiques constitutifs de la cuve du réacteur, le renforcement de la prise d'air extérieur du bâtiment réacteur ainsi que la pose d'ancrage en vue de futures opérations de rénovation du pont polaire principal.

L'ASN a consulté le public, en 2021, sur un projet de décision encadrant la poursuite de fonctionnement de cette installation à la suite de son réexamen périodique. Elle portera en 2022 une attention particulière au déploiement du plan d'action de l'ILL issu du réexamen, en particulier en matière de gestion des risques liés à la manutention et à l'incendie. La poursuite de la préparation des opérations de pré-assainissement de l'inventaire radioactif résiduel de l'ancienne installation de détritiation sera également vérifiée.

Irradiateur Ionisos

La société Ionisos exploite un irradiateur industriel implanté à Dagneux dans l'Ain. Cet irradiateur, constituant l'INB 68, utilise le rayonnement issu de sources de cobalt-60, notamment pour stériliser du matériel médical (seringues, pansements, prothèses) et polymériser des matières plastiques.

L'installation a présenté un niveau de sûreté satisfaisant en 2021.

L'ASN considère que l'exploitant doit poursuivre le travail de fond visant une meilleure définition des équipements importants pour la protection (EIP), des intérêts dans l'installation et une déclinaison plus rigoureuse de leurs exigences définies dans les modes opératoires de contrôles et essais périodiques.

Une autorisation pour la reprise de boues de la piscine D1 (exploitée jusqu'en novembre 1996) a été délivrée par l'ASN au troisième trimestre 2021.

Accélérateurs et centre de recherche du CERN

À la suite de la signature d'une convention internationale entre la France, la Suisse et l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) le 15 novembre 2010, l'ASN et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) – organisme de contrôle de la radioprotection suisse – contribuent à la vérification des exigences de sûreté et de radioprotection appliquées par le CERN. Les actions conjointes portent sur les transports, les déchets et la radioprotection.

Deux visites conjointes des autorités suisse et française ont eu lieu en 2021, sur le thème de la préparation aux situations d'urgence et de la remise en service de la ligne de faisceau dénommée n-TOF – *Neutron Time of Flight* – après sa modernisation. Ces visites ont mis en évidence des pratiques satisfaisantes.

LES SITES EN DÉMANTÈLEMENT

Réacteur Superphénix et atelier pour l'entreposage des combustibles

Le réacteur à neutrons rapides Superphénix (INB 91), prototype industriel refroidi au sodium d'une puissance de 1200 MWe, est implanté à Creys-Malville en Isère. Il a été définitivement arrêté en 1997. Le réacteur a été déchargé et l'essentiel du sodium a été neutralisé sous forme de béton. Superphénix est associé à une autre INB, l'atelier pour l'entreposage des combustibles (APEC – INB 141). L'APEC est principalement constitué d'une piscine abritant le combustible déchargé de la cuve et de l'entreposage des colis de béton sodé issus de la neutralisation du sodium de Superphénix.

EDF a remis les rapports de conclusion des réexamens périodiques de sûreté pour l'INB 141 et pour l'INB 91. L'ASN a rendu publiques ses conclusions concernant le réexamen périodique de Superphénix le 28 juillet 2021 et a validé la poursuite des opérations de démantèlement. Elle a mis en consultation publique, du 23 septembre au 8 octobre 2021, un projet de décision encadrant la poursuite de fonctionnement de l'APEC.

L'ASN considère que la sûreté des opérations de démantèlement du réacteur Superphénix et de fonctionnement de l'APEC est globalement satisfaisante. L'ASN a autorisé en 2018 l'engagement de la deuxième étape du démantèlement de Superphénix, qui consiste à ouvrir la cuve du réacteur pour démanteler les internes de cuve, dans des ateliers dédiés construits dans le bâtiment réacteur, par manipulation directe ou à distance. Le site connaît un retard sur les opérations de découpe du « bouchon couvercle cœur », du fait de difficultés techniques sur le robot de découpe. Les dispositions de sûreté et de radioprotection mises en œuvre par EDF pour ces opérations sont globalement satisfaisantes.

En 2020, l'ASN avait réalisé une inspection réactive à la suite d'un départ de feu conduisant EDF à déclencher son PUI. Des lacunes avaient été relevées à divers niveaux dans le déroulement des procédures. Un exercice incendie nocturne inopiné a été réalisé par l'ASN en septembre 2021 et a mis en évidence la persistance de certains dysfonctionnements dans l'organisation de l'exploitant.

S'agissant de la gestion de l'obsolescence de l'installation, EDF a fait part de difficultés d'approvisionnement de certains équipements et de délais importants de remplacement et réparation des pièces. L'ASN a demandé à l'exploitant de réaliser un diagnostic à l'échelle du site et d'établir un plan d'action sur ce sujet. Une inspection menée au premier trimestre 2021 a permis de relever que le plan a bien été engagé mais que sa déclinaison connaît des retards.

En 2022, l'ASN portera une attention particulière à l'amélioration de l'organisation de crise du site ainsi qu'à la gestion des écarts, jugée non satisfaisante au cours de plusieurs inspections.

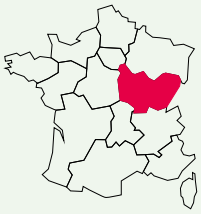
Réacteurs Siloette, Siloé, LAMA et station de traitement des effluents et des déchets solides – *Centre du CEA*

Le centre du CEA de Grenoble (Isère) a été inauguré en janvier 1959. Des activités liées au développement des réacteurs nucléaires y ont été menées, avant d'être progressivement transférées vers d'autres centres du CEA dans les années 1980. Désormais, le centre de Grenoble exerce des missions de recherche et de développement dans les domaines des énergies renouvelables, de la santé et de la microtechnologie. Le CEA de Grenoble s'est lancé, en 2002, dans une démarche de dénucléarisation du site.

Le site comptait six installations nucléaires, qui ont cessé progressivement leur activité et sont passées en phase de démantèlement en vue d'aboutir à leur déclassement. Le déclassement du réacteur Siloette a été prononcé en 2007, celui du réacteur Mélusine en 2011, celui du réacteur Siloé en janvier 2015 et celui du LAMA en août 2017.

Les dernières INB du site (INB 36 et 79) sont la Station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance (STED). L'ensemble des bâtiments a été déconstruit, conformément à leur décret de démantèlement.

Concernant l'assainissement des sols de la STED, du point de vue radiologique et chimique, l'ensemble des opérations techniquement réalisables à un coût raisonnablement acceptable a été exécuté. Compte tenu de la présence d'un marquage résiduel chimique et radiologique, l'exploitant a déposé, après un premier refus par l'ASN en 2019, un nouveau dossier de déclassement en juin 2021, qui est en cours d'instruction par l'ASN. Ce déclassement sera soumis à l'instauration de servitudes d'utilité publique.



Région Bourgogne-Franche-Comté

La division de Dijon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région Bourgogne-Franche-Comté.

En 2021, l'ASN a réalisé 62 inspections dans la région Bourgogne-Franche-Comté concernant le nucléaire de proximité, dont 23 dans le secteur médical, 24 dans les secteurs industriel de la recherche ou vétérinaire, 2 concernant l'exposition au radon, 6 pour la surveillance d'organismes ou de laboratoires agréés et 7 inspections dans le transport de substances radioactives.

En 2021, un événement significatif de niveau 1 classé sur l'échelle INES a été déclaré à l'ASN.

Les usines de fabrication de Framatome situées en Bourgogne-Franche-Comté ont également fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN. Les actions conduites par l'ASN dans ce cadre sont décrites dans le chapitre 10. En 2021, l'ASN a réalisé en Bourgogne-Franche-Comté 2 inspections de fabricants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) dans ces usines, ainsi que 4 inspections d'organismes habilités pour le contrôle d'ESPN.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 8 services de radiothérapie externe,
  - 4 services de curiethérapie,
  - 14 services de médecine nucléaire, dont 3 pratiquent la radiothérapie interne vectorisée,
  - 35 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 55 scanners à visée diagnostique,
  - environ 800 appareils de radiologie médicale,
  - environ 2 000 appareils de radiologie dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - environ 250 cabinets vétérinaires, dont 4 avec des scanners,
  - environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 32 entreprises ayant une activité de radiographie industrielle,
  - 1 irradiateur industriel par source radioactive,
  - 1 scanner dédié à la recherche,
  - 2 accélérateurs, dont un pour de l'irradiation industrielle et l'autre pour la recherche et la production de médicaments destinés à l'imagerie médicale ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 3 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
  - 8 organismes pour la mesure du radon,
  - 1 laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



Région Bretagne

La division de Nantes contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 4 départements de la région Bretagne. La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire de la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement.

En 2021, l'ASN a réalisé 47 inspections, dont 2 de la centrale des Monts d'Arrée en démantèlement, 2 pour la surveillance d'organismes agréés, 11 dans le domaine du transport de substances radioactives et 32 dans le nucléaire de proximité (22 dans le secteur médical, 10 dans les secteurs industriel, vétérinaire ou de la recherche).

En 2021, aucun événement significatif n'a été classé au niveau 1 ou supérieur sur l'échelle INES ou au niveau 2 ou supérieur de l'échelle ASN-SFRO.

La centrale nucléaire de Brennilis

La centrale nucléaire de Brennilis est située dans le département du Finistère, sur le site des Monts d'Arrée, à 55 km au nord de Quimper. Dénommée EL4-D, cette installation (INB 162) est un prototype industriel de centrale nucléaire (70 MWe), modérée à l'eau lourde et refroidie au dioxyde de carbone, arrêtée définitivement en 1985.

Le décret n° 2011-886 du 27 juillet 2011 a autorisé les opérations de démantèlement de la centrale, à l'exception du démantèlement du bloc réacteur. En juillet 2018, EDF a déposé un dossier de demande concernant le démantèlement complet de ses installations, qui a fait l'objet d'une enquête publique du 15 novembre 2021 au 3 janvier 2022. L'ASN relève l'implication d'EDF dans le déroulement de l'enquête publique sur le dossier de démantèlement de Brennilis et, plus généralement, ses efforts de transparence et de communication.

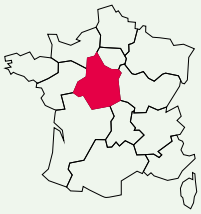
Au cours de l'année 2021, EDF a notamment poursuivi ses travaux préparatoires au démantèlement :

- achèvement des opérations de prélèvement d'échantillons dans le bloc réacteur, autorisées par l'ASN par décision du 20 septembre 2019 ;
- suite des aménagements préalables au démantèlement du bloc réacteur, tels que l'évacuation de matériels inutilisés de l'enceinte réacteur, la réalisation d'une cartographie radiologique détaillée des locaux de l'enceinte réacteur ou des opérations de désamiantage ;
- suite des travaux de réfection des réseaux de récupération des eaux pluviales de l'établissement.

L'ASN considère que l'exploitant mène ses travaux dans le respect des exigences de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement et qu'il fait preuve de transparence concernant la détection, le traitement et l'analyse des dysfonctionnements et événements survenant sur son site.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **l'installation nucléaire de base :**
  - la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 10 services de radiothérapie externe,
  - 5 services de curiethérapie,
  - 9 services de médecine nucléaire,
  - 39 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 54 scanners,
  - environ 2 500 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - 1 cyclotron,
  - 12 sociétés de radiologie industrielle, dont 3 en gammagraphie,
  - 28 unités de recherche,
  - environ 400 utilisateurs d'équipements industriels ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 13 établissements pour la mesure du radon,
  - 3 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



Région Centre-Val de Loire

La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région Centre-Val de Loire.

En 2021, l'ASN a réalisé 151 inspections dans la région Centre-Val de Loire, dont 119 des installations nucléaires des sites EDF de Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux et 32 dans le nucléaire de proximité.

L'ASN a assuré par ailleurs 51 journées d'inspection du travail dans les quatre centrales nucléaires.

En 2021, 12 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal.

Centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire

La centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire est située au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, au carrefour de quatre départements (le Cher, le Loiret, la Nièvre et l'Yonne) et de deux régions administratives (Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val de Loire). La centrale comporte deux réacteurs de 1300 MWe, mis en service en 1987 et 1988, qui constituent respectivement les INB 127 et 128.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire, de l'environnement et de la radioprotection.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, dans le domaine de la conduite des installations, le site a maintenu les performances globalement satisfaisantes qu'il avait en 2020 sur ce sujet. L'ASN considère néanmoins que des progrès sont attendus pour la réalisation des essais périodiques et sur la qualité de la documentation utilisée par les équipes de la conduite.

Concernant la maintenance des installations, les performances de la centrale nucléaire restent à améliorer, notamment au regard des événements fortuits détectés en 2021, issus pour la plupart des précédents arrêts, particulièrement pendant les visites décennales de 2019 et 2020. La gestion du risque d'incendie sur le site a quant à elle progressé en 2021.

En 2021, un seul arrêt de réacteur pour simple rechargement a eu lieu sur le site. Avec deux arrêts en 2022 dont une visite périodique, l'ASN considère que le site devra être vigilant sur la maintenance des installations et la gestion du risque d'incendie, thématiques où des écarts répétés avaient été constatés pendant les visites décennales des années précédentes.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire sont correctes et en progrès depuis l'année dernière. Elle souligne la bonne prise en compte du retour d'expérience pour la mise à l'arrêt du réacteur 2 et pour la définition des programmes de surveillance, la pertinence des actions de la filière radioprotection et la bonne réactivité du site dans son traitement des problématiques de propreté radiologique lors des arrêts de réacteur. Il apparaît néanmoins que l'optimisation de la dosimétrie des activités peut être améliorée, ainsi que la gestion de la propreté radiologique dans sa globalité. L'exploitation des recommandations des pôles de compétence en radioprotection n'est pas encore suffisamment efficace.

Dans le domaine de l'environnement, la gestion des effluents, la gestion des déchets et la surveillance des rejets en conditions normales d'exploitation sont jugées satisfaisantes par l'ASN. Les contrôles menés en 2021 ont également mis en évidence des améliorations dans la gestion de la rétention des eaux d'extinction incendie, même si des progrès sont encore attendus sur ce sujet. Une enquête publique portant sur la demande du site de mettre en œuvre un nouveau système de traitement contre la prolifération des organismes pathogènes et de modifier les limites autorisées de certains rejets, a été ouverte en décembre 2021.

Concernant l'inspection du travail, et dans un contexte de pandémie en voie de stabilisation, le suivi des accidents et presque accidents ainsi que la réalisation des contrôles électriques réglementaires (et la levée des anomalies détectées) ont été les sujets prépondérants en 2021, cette dernière s'inscrivant dans le cadre d'une démarche collective nationale. Ils ont permis de mettre en évidence, d'une part, un besoin d'approfondissement dans l'analyse de certains accidents ou presque accidents ; d'autre part, des faiblesses dans l'organisation du site pour permettre le bon déroulement des contrôles électriques ou pour coordonner ces contrôles entre les différentes entités d'EDF (notamment concernant les bâtiments tertiaires).

Centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly

La centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly se situe sur la rive droite de la Loire, dans le département du Loiret, à environ 10 km en aval de Gien et 45 km en amont d'Orléans. Elle comprend quatre réacteurs nucléaires de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 84, les réacteurs 3 et 4 l'INB 85. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention, créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire. Les performances en matière d'environnement et de radioprotection demeurent, quant à elles, très en retrait par rapport à la moyenne nationale.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, si la conduite normale de l'installation demeure globalement satisfaisante (des progrès sur la gestion des essais périodiques sont à souligner), des défaillances organisationnelles en lien avec des insuffisances documentaires et de communication entre les équipes de conduite ont été à l'origine de plusieurs événements significatifs au cours de l'année 2021. Concernant la maintenance des installations, les performances du site sont jugées satisfaisantes, notamment dans un contexte industriel marqué par la première des quatrièmes visites décennales des réacteurs du site. Si des améliorations ont été constatées en 2021 sur la gestion du risque d'explosion, la gestion du risque d'incendie demeure, quant à elle, en retrait et reste une priorité d'action de l'ASN pour l'année 2022.

Dans le domaine de la radioprotection, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly demeurent nettement insuffisantes depuis plusieurs années. Si les programmes de surveillance des prestataires et les vérifications menées par la filière indépendante apparaissent adaptés, de nombreux écarts ont à nouveau été constatés en 2021, notamment concernant la maîtrise de la propreté radiologique et de la dispersion de la contamination sur les chantiers en zones contrôlées. Un plan de rigueur a été mis en place par le site dès 2017 mais celui-ci n'a pas encore permis de retrouver les performances attendues. Dans ces conditions, l'ASN maintiendra en 2022 une surveillance ciblée du site sur le domaine de la radioprotection.

En matière de protection de l'environnement, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly demeurent également insuffisantes. Si les limites de rejet pour les effluents gazeux demeurent respectées et si une amélioration significative de la gestion du risque microbiologique a été constatée en 2021 par rapport aux années antérieures, des dépassements des limites de rejet pour les effluents liquides ont été constatés sur certains paramètres chimiques. Par ailleurs, l'action nationale menée en 2021 par l'ASN sur plusieurs sites d'EDF concernant la gestion du confinement des substances dangereuses a permis de mettre en évidence que le site de Dampierre-en-Burly est très en retrait sur cette thématique. Les actions correctives nécessaires sont donc attendues sur ce sujet en 2022. Une procédure administrative de modification des décisions environnementales encadrant les rejets du site a été engagée en 2021 et se poursuivra en 2022 pour permettre la mise en œuvre d'un nouveau traitement contre la prolifération des organismes pathogènes et l'évolution des limites de rejet de plusieurs substances.

Enfin, en matière d'inspection du travail, à la suite des actions menées en 2021, la gestion du risque électrique restera une priorité en 2022 au regard des difficultés organisationnelles relevées sur le sujet sur le site de Dampierre-en-Burly. L'ASN note cependant que le site a mis en place un planning de réalisation des contrôles électriques réglementaires.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (2 réacteurs de 1300 MWe),
  - la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly (4 réacteurs de 900 MWe),
  - le site de Saint-Laurent-des-Eaux : la centrale nucléaire (2 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 2 réacteurs en démantèlement de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les silos d'entreposage de chemises graphite irradiées,
  - le site de Chinon : la centrale nucléaire (4 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 3 réacteurs UNGG en démantèlement, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI) et le Magasin interrégional (MIR) de combustible neuf ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 8 services de radiothérapie externe,
  - 3 services de curiethérapie,
  - 11 services de médecine nucléaire,
  - 32 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 38 scanners,
  - environ 2 700 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - 10 sociétés de radiographie industrielle,
  - environ 330 équipements industriels, vétérinaires et de recherche ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
  - 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

Des inspections ont par ailleurs été menées sur des thèmes divers, tels que la manutention, les appareils de levage, les activités et chantiers se déroulant pendant un arrêt de réacteur.

Des difficultés organisationnelles détectées à l'occasion de ces inspections imposent la mise en place par l'exploitant d'actions correctives, qui feront l'objet d'un suivi particulier en 2022.

SITE DE CHINON

Le site de Chinon, situé sur le territoire de la commune d'Avoine dans le département d'Indre-et-Loire, en rive gauche de la Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement, d'autres à l'arrêt ou en cours de démantèlement. Au sud du site, la centrale de Chinon B comporte quatre réacteurs d'une puissance 900 MWe en fonctionnement, mis en service en 1982-1983 pour les deux premiers qui constituent l'INB 107, puis 1986-1987 pour les deux derniers qui constituent l'INB 132. Au nord, les trois anciens réacteurs appartenant à la filière UNGG, dénommés Chinon A1, A2 et A3, sont en cours de démantèlement. Sont également implantés une installation d'expertise des matériaux activés ou contaminés, l'AMI, dont les activités d'expertise ont cessé et ont été complètement transférées vers un nouveau laboratoire appelé le Lidec, et le MIR.

Centrale nucléaire de Chinon

Réacteurs B1, B2, B3 et B4 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans les domaines de la sûreté et de la radioprotection. En retrait au début 2021, les performances en matière d'environnement ont connu une amélioration sensible au cours de l'année. Si des progrès ont été constatés en 2021, notamment en matière de sûreté, les résultats doivent cependant être consolidés dans les domaines de l'environnement et de la radioprotection.

En matière de sûreté, l'ASN considère que la situation est de nouveau satisfaisante en conduite incidentelle et accidentelle même si des difficultés ont été relevées par l'ASN concernant la gestion documentaire du PUI. Par ailleurs, si l'ASN constate une baisse du nombre d'événements significatifs liés au non-respect des règles générales d'exploitation (RGE) des réacteurs par les équipes de conduite, l'analyse des écarts pouvant avoir des conséquences sur la sûreté peut encore progresser.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de radioprotection restent assez satisfaisantes. Les constats effectués en 2021 lors des inspections de l'ASN ont montrés des progrès, qui étaient attendus à la suite de l'évaluation de 2020, mais également une organisation qui reste à améliorer. Au regard du bon niveau qu'avait le site sur cette thématique avant 2020, l'ASN considère qu'elle doit constituer une priorité pour le site en 2022.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de protection de l'environnement doivent être améliorées. Les rejets en effluents gazeux et liquides sont bien en dessous de la moyenne nationale. Néanmoins, l'ASN considère que la gestion des hydrocarbures en sortie des déshuileurs constitue un point d'attention pour 2022. Par ailleurs, la gestion des déchets reste peu conforme aux bonnes pratiques et doit progresser en 2022.

En 2021, l'inspection du travail a permis de mettre en évidence les faiblesses du site en matière de prévention des risques de chute de hauteur, de lisibilité de certains dossiers de repérage amiante ou encore d'exhaustivité des contrôles effectués du fait des organisations en place entre diverses entités d'EDF. Le contrôle du risque électrique a continué en 2021 (et restera une priorité en 2022), cette action a mis en évidence plusieurs lacunes, concernant notamment la connaissance des locaux et installations à contrôler, les vérifications initiales réglementaires et la correction des écarts identifiés. Enfin, plusieurs expositions accidentelles de salariés à l'amiante ont amené l'ASN à interpeller EDF sur la qualité et la lisibilité des dossiers de repérage, en demandant à l'exploitant de travailler sur le sujet en 2022.

Réacteurs A1, A2 et A3 en démantèlement

La filière UNGG est constituée de six réacteurs, dont les réacteurs de Chinon A1, A2 et A3. Ces réacteurs de première génération fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur, et étaient refroidis au gaz. Au sein de cette filière, on distingue les réacteurs dits « intégrés », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson, et les réacteurs « non intégrés », dont les échangeurs se situent de part et d'autre du caisson du réacteur. Les réacteurs Chinon A1, A2 et A3 sont des réacteurs UNGG « non intégrés ». Ils ont été arrêtés respectivement en 1973, 1985 et 1990.

Les réacteurs A1 et A2 ont été partiellement démantelés et transformés en installations d'entreposage de leurs propres matériels (Chinon A1 D et Chinon A2 D). Ces opérations ont été autorisées respectivement par les décrets du 11 octobre 1982 et du 7 février 1991. Chinon A1 D est actuellement démantelé partiellement et est aménagé en musée – le musée de l'Atome – depuis 1986. Chinon A2 D est également démantelé partiellement et abrite le GIE Intra (robots et engins destinés à intervenir sur des installations nucléaires accidentées). Le démantèlement complet du réacteur Chinon A3 a été autorisé par le décret du 18 mai 2010, avec un scénario de démantèlement « sous eau ».

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air » et le caisson de Chinon A2 serait démantelé en premier (voir chapitre 13). Dans ce contexte, l'ASN a analysé les rapports de conclusions du réexamen périodique,

remis par EDF et portant sur les six réacteurs UNGG, complétés à la suite de demandes de l'ASN. Au terme de son analyse, l'ASN a indiqué en décembre 2021 n'avoir pas d'objection à la poursuite d'exploitation des INB 133 (réacteur Chinon A1), INB 153 (réacteur Chinon A2) et 161 (réacteur Chinon A3). Elle vérifiera, dans le cadre de l'instruction des dossiers de démantèlement de ces réacteurs, qui seront déposés par EDF fin 2022, que les opérations de démantèlement soient réalisées dans de bonnes conditions de sûreté et de radioprotection, et dans des délais maîtrisés.

Concernant le réacteur Chinon A2, EDF a poursuivi les opérations préparatoires au démantèlement se situant hors du caisson du réacteur, notamment en ce qui concerne l'évacuation des viroles des locaux des échangeurs et a continué les investigations dans le caisson. EDF a également poursuivi le démantèlement des échangeurs de Chinon A3 ; le chantier de démantèlement du local Echangeurs Sud est terminé et toutes les bouteilles ont été évacuées au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires).

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations nucléaires en démantèlement de Chinon (Chinon A1, A2 et A3) est satisfaisant. Les contrôles menés en 2021 ont notamment permis de constater une bonne gestion de crise dans le cadre d'un exercice sur le site, ainsi qu'un bon suivi des contrôles des équipements en lien avec l'incendie. Cependant, des améliorations sont attendues concernant la connaissance des locaux et des équipements par les personnels relevant de la centrale nucléaire en fonctionnement, et qui sont susceptibles d'intervenir dans les installations en démantèlement.

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Magasin interrégional de combustible neuf

Le MIR de Chinon, mis en service en 1978, est une installation d'entreposage d'assemblages de combustible neufs, dans l'attente de leur utilisation dans divers réacteurs d'EDF. Elle constitue l'INB 99. Avec le MIR du Bugey, l'installation concourt à la gestion des flux d'approvisionnement des réacteurs en assemblages de combustible.

L'exploitation de l'installation est nominale depuis la reprise, en 2020, de la réception et de l'entreposage d'assemblages de combustible neufs, dans une configuration où l'installation a été équipée d'un nouveau pont de manutention en 2019 et dans le cadre d'un référentiel actualisé autorisé par l'ASN.

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN DÉMANTÈLEMENT

Atelier des matériaux irradiés

L'AMI, déclaré et mis en service en 1964, est situé sur le site nucléaire de Chinon et exploité par EDF. Cette installation (INB 94), dont le fonctionnement a cessé, est en démantèlement. Elle était destinée essentiellement à la réalisation d'examens et d'expertises sur des matériaux activés ou contaminés en provenance des REP.

Les activités d'expertise ont été complètement transférées en 2015 dans une nouvelle installation du site, le Laboratoire intégré du Ceidre (Lidec).

Le décret n° 2020-499 de démantèlement de l'AMI a été publié le 30 avril 2020 et les nouvelles RGE ont été approuvées par l'ASN en avril 2021, permettant ainsi l'entrée en application du décret.

L'année 2021 a vu les activités de traitement et d'évacuation des déchets anciens se poursuivre. Les déchets magnésiens historiques ont été conditionnés et recaractérisés. Les résultats de cette caractérisation sont différents de ce qui était envisagé, ce qui impose une demande de dérogation auprès de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) pour leur prise en charge. Le chantier d'évacuation a donc été interrompu dans l'attente de l'aboutissement de cette procédure.

L'ASN estime que la gestion des contrôles et essais périodiques, en particulier ceux concernant le risque d'incendie, est satisfaisante. Une vigilance particulière doit toutefois être portée au suivi des contrôles des portes coupe-feu, ainsi qu'au suivi du vieillissement du génie civil de l'installation.

SITE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

Le site de Saint-Laurent-des-Eaux, situé sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan dans le Loir-et-Cher, en bord de Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement et d'autres en cours de démantèlement. La centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux comporte deux réacteurs B1 et B2 en fonctionnement, mis en service en 1980 et 1981, qui constituent l'INB 100. Le site comporte également deux anciens réacteurs nucléaires A1 et A2 de la filière UNGG en phase de démantèlement, et les deux silos d'entreposage des chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs A1 et A2.

Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF dans le domaine de la radioprotection et se distinguent favorablement en environnement. Cependant, les performances se dégradent dans le domaine de la sûreté. La Direction du site a présenté en milieu d'année un plan d'action réactif et l'ASN contrôlera en 2022 son efficacité, notamment lors de l'inspection de revue du site.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances du site sur l'année 2021 se sont détériorées et sont insuffisantes. Le plan de management de la sûreté mis en place en 2020 n'a pas permis de retrouver le niveau de performance attendu. De nombreux événements ont révélé un manque de culture de sûreté et d'attitude interrogative de la part des intervenants, des écarts dans le traitement d'anomalies et plus particulièrement des écarts de conformité, ainsi que des insuffisances dans la prise en compte du retour d'expérience, dans la qualité de la documentation et dans la surveillance de la réalisation des interventions. L'ASN souligne tout de même la bonne tenue générale des chantiers et un état apparent des matériels contrôlés satisfaisant. Elle attend cependant des améliorations significatives pour 2022 de la part de l'exploitant.

De manière générale, la gestion de la radioprotection par la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux répond aux attentes de l'ASN. Les performances du site sont considérées comme stables par rapport à 2020, même si des améliorations sont attendues en matière d'organisation, notamment au travers de la mise en place du pôle de compétences en radioprotection, qui interviendra en 2022.

L'organisation du site pour répondre aux exigences réglementaires dans le domaine de la protection de l'environnement est jugée performante, notamment au vu des quantités d'effluents rejetées. La gestion d'un déversement accidentel, contrôlée lors d'un exercice, est adaptée et les différentes rétentions contrôlées sont bien tenues. La connaissance des volumes de substances dangereuses et des volumes à confiner nécessite toutefois quelques améliorations.

Les contrôles de l'inspection du travail effectués en 2021 au titre de démarches nationales ou locales ont mis en évidence quelques faiblesses du site concernant son organisation et la levée des écarts, ainsi que la gestion des risques de chute de hauteur. Elles ont également amené l'inspection du travail à demander plusieurs compléments d'information concernant notamment l'optimisation de la radioprotection sur chantiers, le nettoyage et la filtration de l'air de certains locaux à risques particuliers la gestion des risques liés à la pandémie de Covid-19.

Réacteurs A1 et A2 en démantèlement

L'ancienne centrale de Saint-Laurent-des-Eaux constitue une INB qui comprend deux réacteurs UNGG «intégrés», les réacteurs A1 et A2. Ces réacteurs de première génération, qui fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur et étaient refroidis au gaz. Leur mise à l'arrêt définitif a été prononcée respectivement en 1990 et 1992. Le démantèlement complet de l'installation a été autorisé par le décret du 18 mai 2010.

À l'issue de l'analyse des rapports de conclusions du réexamen périodique portant sur l'ensemble des réacteurs UNGG, l'ASN a indiqué en décembre 2021 n'avoir pas d'objection à la poursuite d'exploitation de l'INB 46 (réacteurs Saint-Laurent A1 et A2).

Elle vérifiera, dans le cadre de l'instruction des nouveaux dossiers de démantèlement de ces réacteurs, qui seront déposés par EDF fin 2022 pour exposer la nouvelle stratégie de démantèlement «en air», que les opérations de démantèlement soient réalisées dans de bonnes conditions de sûreté et de radioprotection, et dans des délais maîtrisés.

En 2021, EDF a repris la réalisation des chantiers de démantèlement arrêtés en raison des contraintes sanitaires imposées pour lutter contre la pandémie de Covid-19. L'ASN considère que le niveau de sûreté des réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A est satisfaisant. L'ASN a constaté, lors de ses inspections, une bonne tenue générale des locaux et des chantiers. De plus, l'organisation mise en place afin de respecter les engagements pris à la suite d'inspections et d'événements significatifs est satisfaisante, il en est de même en ce qui concerne la gestion des déchets. Cependant, la gestion des eaux d'extinction d'incendie doit être améliorée, ainsi que la traçabilité des actions de surveillance des prestataires qui interviennent dans l'installation.

Silos de Saint-Laurent-des-Eaux

L'installation, autorisée par le décret du 14 juin 1971, est constituée de deux silos dont la fonction est l'entreposage de chemises de graphite irradiées issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint-Laurent-des-Eaux A. Le confinement statique de ces déchets est assuré par les structures des casemates en béton des silos, dont le comportement en cas de séisme nécessite toutefois des évaluations et dont l'étanchéité est assurée par un cuvelage en acier. Par ailleurs, EDF a mis en place en 2010 une enceinte géotechnique autour des silos, permettant de renforcer la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives, qui constitue l'enjeu principal de l'installation.

L'exploitation de cette INB se limite à des mesures de surveillance et d'entretien : contrôles et mesures de surveillance radiologique des silos, contrôle de l'absence d'entrée d'eau, de l'hygrométrie, des débits de dose au voisinage des silos, de l'activité de la nappe, suivi de l'état du génie civil.

Dans le cadre du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a annoncé en 2016 sa décision d'engager les opérations de sortie des chemises de graphite des silos sans attendre la disponibilité d'un stockage définitif pour les déchets de graphite. Dans ce but, EDF envisage la création d'une nouvelle installation d'entreposage des chemises de graphite sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux.

L'ASN est dans l'attente de la déclaration d'arrêt définitif de l'installation par EDF. Le dépôt du dossier de démantèlement, qui prendra en compte les opérations de désilage, d'assainissement et de démolition des silos actuels est, quant à lui, prévu à l'horizon de la fin de l'année 2022.



Collectivité de Corse

La division de Marseille contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans la collectivité de Corse.

En 2021, l'ASN a réalisé 4 inspections en Corse, dont 3 dans le domaine médical et 1 dans le domaine industriel.

Au cours de l'année 2021, un événement significatif classé au niveau 1 de l'échelle INES a été déclaré dans le domaine industriel.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 2 services de radiothérapie externe,
  - 2 services de médecine nucléaire,
  - 7 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 9 scanners,
  - environ 330 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - environ 40 vétérinaires utilisant des appareils de radiodiagnostic,
  - environ 40 établissements industriels et de recherche dont 2 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 2 organismes pour la mesure du radon.



Départements et régions d'outre-mer

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements et régions d'outre-mer (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte), ainsi que dans certaines collectivités d'outre-mer. Elle intervient en tant qu'expert auprès des autorités compétentes de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française.

En 2021, dans les départements, régions ou collectivités d'outre-mer, 21 inspections ont été réalisées dans le domaine du nucléaire de proximité. Quatre campagnes d'inspection sur place ont été réalisées par la division de Paris de l'ASN.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 4 services de radiothérapie externe,
  - 1 service de curiethérapie,
  - 3 services de médecine nucléaire,
  - 24 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - environ 30 établissements détenant au moins 1 scanner,
  - environ 100 cabinets de radiologie médicale,
  - environ 1 000 appareils de radiologie dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - plus de 70 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
  - 3 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
  - 1 cyclotron ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives.** p. 266



Région Grand Est

Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 10 départements de la région Grand Est.

En 2021, l'ASN a mené 186 inspections dans la région Grand Est, dont 63 dans les centrales nucléaires en exploitation, 11 dans les installations de stockage de déchets radioactifs et sur les sites des centrales nucléaires de Fessenheim et de Chooz A en démantèlement, 87 dans le domaine du nucléaire de proximité, 14 concernant le transport de substances radioactives et 11 concernant des organismes ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs réalisé 22 journées d'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

Au cours de l'année 2021, 16 événements significatifs déclarés par les exploitants des installations nucléaires de la région Grand Est ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, un événement significatif a été classé au niveau 1 de l'échelle INES (dans le domaine industriel), et celui de la découverte de la contamination radiologique d'un ancien bâtiment de l'hôpital civil de Strasbourg a été reclassé au niveau 2.

Centrale nucléaire de Cattenom

La centrale nucléaire de Cattenom est située sur la rive gauche de la Moselle, à 5 km de la ville de Thionville et à 10 km du Luxembourg et de l'Allemagne.

Elle comprend quatre REP d'une puissance unitaire de 1300 MWe mis en service entre 1986 et 1991. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 124, 125, 126 et 137.

L'ASN considère que la performance de la centrale de Cattenom en matière de sûreté rejoint l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF à la suite de l'amélioration observée en 2020. Comme les années précédentes, la performance en matière de protection de l'environnement et de radioprotection se situe dans la moyenne, mais des progrès restent attendus.

Sur le plan de l'exploitation et de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les résultats confirment le début d'amélioration identifié en 2020, malgré plusieurs sujets pouvant encore progresser. Les inspections ont montré une maîtrise des équipes de conduite et un déroulement des essais périodiques globalement conformes aux attentes, malgré quelques écarts documentaires et des indicateurs qui restent contrastés. En particulier, le nombre d'événements significatifs de niveau 1 sur l'échelle INES est supérieur aux années précédentes.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs de 1300 MWe),
  - la centrale nucléaire de Chooz A (1 réacteur de 305 MWe, en démantèlement),
  - la centrale nucléaire de Chooz B (2 réacteurs de 1450 MWe),
  - la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe, à l'arrêt définitif),
  - la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (2 réacteurs de 1300 MWe),
  - le centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte implanté à Soulaines-Dhuys dans l'Aube (CSA) ;
- **le projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue ;**
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 14 services de radiothérapie externe,
  - 5 services de curiethérapie,
  - 22 services de médecine nucléaire,
  - 96 scanners,
  - 80 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - 277 activités industrielles et vétérinaires relevant du régime d'autorisation,
  - 24 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
  - 47 laboratoires de recherche, principalement implantés dans les universités de la région ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **5 sièges d'organismes agréés en matière de radioprotection.**

En matière de maintenance, l'année 2021 a été relativement plus chargée que 2020, avec trois arrêts de réacteur, dont celui pour la troisième visite décennale du réacteur 3. Le travail engagé par le site pour améliorer la qualité de la maintenance, dans le cadre du plan de rigueur engagé depuis 2020, commence à produire des effets. L'ASN note en particulier une meilleure surveillance technique des chantiers, une réappropriation de certaines activités et le déploiement d'actions destinées à prévenir le risque de fraude. Malgré cela, certaines défaillances techniques ont encore marqué l'année, sans avoir toujours pu être détectées dans le cadre de la requalification des équipements concernés.

L'épreuve hydraulique du circuit primaire ainsi que l'épreuve de l'enceinte du réacteur 3 durant sa visite décennale se sont bien déroulées ; leurs résultats sont conformes aux exigences de sûreté. Sur le réacteur 2, l'endommagement du turbo d'un diesel de secours a eu un impact important sur la durée de l'arrêt pour rechargement en fin d'année. Enfin, durant les arrêts des réacteurs 2 et 3, un phénomène anormal de corrosion au niveau des assemblages de combustible – sans lien avec la maintenance – a été constaté ; cela a nécessité la mise en place de mesures compensatoires ainsi que des analyses complémentaires, lesquelles sont encore en cours.

Le nombre total des événements significatifs déclarés est resté dans la moyenne des réacteurs d'EDF, mais un nombre inhabituellement élevé d'entre eux ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES, sans que cette tendance puisse toutefois être interprétée comme une dérive. Comme en 2020, le site de Cattenom reste performant sur le délai de déclaration. L'ASN constate que le processus de gestion des événements est globalement bien maîtrisé et mobilise efficacement les acteurs du site jusqu'au niveau de la Direction.

Dans le domaine de la prévention du risque d'incendie, les constats réalisés lors des inspections montrent de nombreux écarts. L'ASN considère qu'une reprise en main de l'ensemble de cette thématique est nécessaire concernant, par exemple la limitation du potentiel calorifique dans les locaux, la sectorisation, la gestion des permis de feu ou encore le délai de résorption des anomalies.

La gestion de crise du site a été évaluée dans le cadre d'un exercice inopiné ayant pour scénario le déversement accidentel de soude dans le réseau des eaux pluviales. La capacité du site à mettre en place l'organisation de crise attendue, mise à l'épreuve par la cinétique du scénario, est apparue robuste. Des pistes d'amélioration ont cependant été identifiées dans le choix des mesures à déployer sur le terrain pour faire face à la rapidité de l'événement simulé.

En matière de protection de l'environnement, les rejets en effluents gazeux et liquides ainsi que la gestion des déchets sont bien maîtrisés, mais le site reste marqué par des fragilités, qui se sont illustrées par un nombre relativement élevé d'événements. La gestion des écarts et dépassements de seuils est apparue perfectible, notamment parce que les délais et paramètres d'analyse n'étaient pas adaptés pour la mise en place d'actions correctives pertinentes et efficaces. La maîtrise du risque de prolifération de microorganismes dans les tours aéroréfrigérantes nécessite toujours des traitements biocides renforcés, qui ont des conséquences sur les rejets aqueux.

Enfin, dans le domaine de la radioprotection et de la sécurité au travail, le tableau reste contrasté : si certains écarts observés les années précédentes, comme la maîtrise des accès en zone contrôlée rouge, ne se sont pas renouvelés, le nombre d'événements est resté élevé, y compris sur des éléments fondamentaux de la radioprotection, tels que le balisage des zones orange. La relative amélioration au second semestre par rapport au premier, possiblement liée au travail de sensibilisation des entreprises prestataires engagées par le site, devra se confirmer sur le terrain et perdurer dans le temps. Quelques événements ont ponctuellement mis en lumière des fragilités dans la culture de sécurité au travail.

Centrale nucléaire de Chooz

La centrale nucléaire de Chooz est exploitée par EDF dans le département des Ardennes, sur le territoire de la commune de Chooz, à 60 km au nord de Charleville-Mézières. Le site est constitué de la centrale nucléaire des Ardennes, dite Chooz A, comprenant le réacteur A (INB 163), exploité de 1967 à 1991, dont les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement ont été autorisées par le décret n° 2007-1395 du 27 septembre 2007, et la centrale nucléaire de Chooz B, comprenant deux réacteurs d'une puissance de 1 450 MWe chacun (INB 139 et 144), mis en service en 2001.

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement de la centrale nucléaire de Chooz B rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Fin 2021, EDF a détecté des fissures, liées à de la corrosion sous contrainte, sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire des deux réacteurs. Ce sujet va conduire à un programme de contrôle et à des réparations d'ampleur en 2022.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN constate que, malgré un début d'année prometteur, la dynamique de progrès installée depuis plusieurs années dans l'exploitation des réacteurs ne s'est pas pleinement poursuivie, avec notamment une dégradation dans la réalisation des opérations de conduite des réacteurs au cours du deuxième semestre, qui s'est traduite par une hausse notable du nombre d'événements significatifs. Les efforts, dans le cadre du plan de reconquête de la rigueur d'exploitation engagé par l'exploitant, doivent être maintenus. Une vigilance particulière doit être notamment portée sur la qualité de préparation des interventions et la gestion des phases transitoires d'exploitation.

Concernant la maintenance et les travaux liés à l'arrêt pour simple rechargement du réacteur 2, l'ASN considère que les activités de contrôle se sont déroulées de façon satisfaisante, au-delà de la problématique liée à la desquamation de plusieurs gaines de crayons de combustible – qui a conduit à prolonger l'arrêt et a nécessité la mise en place de mesures de pilotage du réacteur spécifiques.

En matière de radioprotection, des progrès ont été notés dans la démarche d'optimisation des doses. Pour autant, cette tendance doit s'analyser dans le contexte d'une année 2021 relativement peu chargée en activités et plus favorable à de bons résultats. Elle reste donc à confirmer. Des comportements individuels inappropriés en matière de culture de la radioprotection et de respect des principes de base ont par ailleurs été constatés.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère l'organisation du site globalement satisfaisante. Des améliorations sont cependant attendues sur la gestion du confinement des substances dangereuses.

Les contrôles au titre de l'inspection du travail ont porté sur la conformité des équipements de travail et des installations électriques. Une action relative à la prévention du risque de chute de hauteur a également été menée. Une vigilance particulière doit être portée par EDF au respect des engagements et à la remise en conformité des installations électriques.

Réacteur A en démantèlement

En 2021, les travaux de démantèlement des équipements à l'intérieur de la cuve ont été achevés. La prochaine étape est la vidange de la piscine du bâtiment réacteur en vue du démantèlement de la cuve. L'installation d'un évaporateur, afin de traiter l'eau de la piscine avant rejet, est en cours pour un début d'exploitation prévu au deuxième trimestre 2022.

Les travaux de démantèlement de l'ensemble des matériels encore présents dans les casemates de la caverne dite « auxiliaire » ont repris après une longue période d'interruption, causée par des problèmes d'ordre technique. Ces travaux sont réalisés principalement par téléopération à l'aide d'un bras robotisé.

Par ailleurs, les travaux de démantèlement des matériels de la station de traitement des effluents non nécessaires au traitement des eaux des drains de rochers ou planchers sont en cours.

L'organisation du site en matière de gestion des risques d'incendie est globalement satisfaisante.

Dans le domaine de la radioprotection, l'organisation définie pour la gestion du risque de contamination aux particules alpha apparaît satisfaisante, même si les interactions avec les entreprises prestataires peuvent encore être améliorées. La recrudescence de cas de contamination interne au cours du second trimestre 2021 montre que l'exploitant doit maintenir toute sa vigilance face à ce risque.

Enfin, en matière de sécurité des travailleurs, l'inspection au titre de la sûreté nucléaire sur le thème de l'incendie a été mise à profit pour vérifier le respect des dispositions relevant du code du travail sur ce sujet. Aucun écart notable n'a été constaté.

Centrale nucléaire de Fessenheim

La centrale nucléaire de Fessenheim comprend deux REP, d'une puissance unitaire de 900 MWe. Elle est située à 1,5 km de la frontière allemande et à 30 km environ de la Suisse. Les deux réacteurs, mis en service en 1977 et arrêtés définitivement en 2020, sont en période de préparation au démantèlement.

L'ASN considère que le site a su maintenir un sérieux et une dynamique robustes dans le suivi de l'exploitation des installations, malgré un niveau d'activités d'exploitation et de maintenance significativement réduit par rapport à la période de production.

Ainsi, l'année 2021 a été principalement occupée par la poursuite des activités préparatoires au démantèlement, telles que la préparation des dossiers des activités de décontamination, l'installation de nouvelles capacités de traitement des effluents, le retrait d'un nombre important de pièces de rechange ainsi que le travail d'élaboration des nouveaux référentiels d'organisation du site, par exemple les plans d'urgence. Le site a par ailleurs engagé une action efficace d'élimination des déchets historiques présents sur le site ainsi que des produits chimiques qui ne sont plus nécessaires.

Ces activités se déroulent de manière satisfaisante, conformément aux plannings présentés. Des jalons importants ont été atteints, comme la finalisation de l'évacuation du combustible du réacteur 1 ou encore la première expédition des parties supérieures des anciens générateurs de vapeur, en vue de leur décontamination et valorisation par un procédé de fusion dans les installations de Cyclife en Suède.

Plusieurs chantiers importants sont appelés à se poursuivre en 2022, avec notamment l'évacuation du combustible du second réacteur, la mise en œuvre de la décontamination des circuits primaires des deux réacteurs et la création, dans la salle des machines, de l'installation de gestion des déchets produits par le démantèlement.

En matière de radioprotection, malgré une confirmation de l'amélioration de la prévention de la contamination des voiries du site et une tendance fortement à la baisse de la dosimétrie globale des travaux réalisés dans les installations, la vigilance reste de mise, compte tenu de la survenue de plusieurs événements qui révèlent un défaut de précaution de certains intervenants vis-à-vis des modalités de sortie de zone, de balisage ou encore de dosimétrie individuelle.

Centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine

La centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine, exploitée par EDF dans le département de l'Aube, sur le territoire de la commune de Nogent-sur-Seine, à 70 km au nord-ouest de Troyes, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1987 et 1988. Le réacteur 1 constitue l'INB 129, le réacteur 2 constitue l'INB 130.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine dans le domaine de la sûreté et de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Cette appréciation concerne également le domaine de la radioprotection, avec néanmoins une réserve liée à certaines améliorations qui sont attendues.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN note que l'exploitant a progressé, notamment concernant la maîtrise des spécifications techniques d'exploitation des réacteurs. Elle considère néanmoins que ces progrès restent fragiles et qu'EDF doit poursuivre ses efforts pour améliorer encore la rigueur d'exploitation des réacteurs. Certains événements significatifs font notamment encore apparaître des lacunes dans la formation des agents ainsi que dans la surveillance des installations. Une action particulière doit également être entreprise pour revenir à un effectif suffisant de la filière indépendante de sûreté.

S'agissant de la maintenance, l'ASN considère que la situation est globalement satisfaisante, même si la préparation des activités, en particulier non programmées, ainsi que la gestion des écarts en phase de réalisation des travaux peuvent être améliorées.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'année a été marquée par une dégradation de la culture de radioprotection des intervenants, essentiellement des prestataires. Une recrudescence des situations de non-respect des gestes élémentaires de radioprotection, tel le port d'un dosimètre, a été constatée. L'ASN a par ailleurs régulièrement noté des lacunes dans l'analyse des risques des chantiers ou dans la mise en œuvre des parades prévues par ces analyses au cours des activités de maintenance, qui ont en particulier entraîné des expositions internes des intervenants. Une action efficace est attendue pour rétablir une bonne prise en considération des enjeux de radioprotection.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que les bons résultats du site au cours de l'année précédente se sont confirmés. L'exploitant devra néanmoins être vigilant sur la maîtrise du volume des déchets présents dans le bâtiment de traitement des effluents.

Les actions au titre de l'inspection du travail ont porté principalement sur la conformité des installations électriques et sur la prévention du risque de chute de hauteur. Une vigilance particulière doit être portée par EDF au respect des engagements et à la remise en conformité des installations électriques.

Centre de stockage de l'Aube

Autorisé par le décret du 4 septembre 1989 et mis en service en janvier 1992, le CSA a pris le relais du centre de stockage de la Manche qui a cessé ses activités en juillet 1994, en bénéficiant de son retour d'expérience. Cette installation, implantée à Soulaines-Dhuys, présente une capacité de stockage d'un million de mètres cubes (m³) de déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC). Elle constitue l'INB 149. Les opérations autorisées dans l'installation incluent le conditionnement des déchets, soit par injection de mortier dans des caissons métalliques de 5 ou 10 m³, soit par compactage de fûts de 200 litres.

À la fin de l'année 2021, le volume des déchets stockés était d'environ 363 000 m³, soit 36 % de la capacité autorisée. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 dans le rapport de conclusions du réexamen périodique du CSA, la saturation de sa capacité pourrait intervenir à l'horizon 2062 au lieu de 2042 initialement prévu, en raison d'une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs chroniques de livraison, mais aussi d'une optimisation de la gestion des déchets *via* le compactage de certains colis.

L'année 2021 a été marquée par un retour à une activité normale des installations du centre (post crise liée à la pandémie de Covid-19). La construction de nouveaux ouvrages destinés au stockage futur de déchets s'est par ailleurs poursuivie.

L'ASN considère que le CSA est exploité dans des conditions satisfaisantes dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement. Les inspections menées en 2021 ont notamment permis de constater :

- une gestion satisfaisante des modifications ;
- une mise en œuvre adaptée des engagements pris dans le cadre du second réexamen périodique, s'agissant de la maîtrise du risque d'incendie ;
- la qualité et la rigueur du suivi dosimétrique réalisé par le CSA, ainsi que la disponibilité et la conformité réglementaire des moyens de contrôle.

Projet de centre de stockage en couche géologique profonde

L'ASN considère que les expérimentations et travaux scientifiques menés par l'Andra dans le laboratoire souterrain de Bure se sont poursuivis en 2021 avec un bon niveau de qualité, comparable à celui des années précédentes.



Région Hauts-de-France

La division de Lille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région Hauts-de-France.

En 2021, l'ASN a réalisé 150 inspections dans la région Hauts-de-France, dont 30 à la centrale nucléaire de Gravelines, 106 dans le nucléaire de proximité, 12 dans le domaine du transport de substances radioactives et 2 réalisées chez des fournisseurs d'équipements destinés aux INB.

L'ASN a par ailleurs réalisé 14,5 journées d'inspection du travail dans la centrale nucléaire de Gravelines.

Au cours de l'année 2021, 11 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par la centrale nucléaire de Gravelines dont un en matière de radioprotection.

Dans le nucléaire de proximité, 3 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. En radiothérapie, 2 événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO.

Centrale nucléaire de Gravelines

La centrale nucléaire de Gravelines, exploitée par EDF, est située dans le département du Nord, en bordure de la mer du Nord, entre Calais et Dunkerque. Cette centrale nucléaire est constituée de six REP (900 MWe) d'une puissance totale de 5 400 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 96, les réacteurs 3 et 4 l'INB 97, les réacteurs 5 et 6 l'INB 122.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Gravelines sont en retrait en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Les performances en matière de protection de l'environnement rejoignent quant à elles l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Les performances en matière de sûreté nucléaire ne se sont pas améliorées en 2021, notamment en matière de rigueur d'intervention. Les premières actions mises en place par l'exploitant n'ont pas permis de mettre fin à des pratiques ou comportements inadaptés. Le site doit donc poursuivre ses efforts afin de fédérer l'ensemble des acteurs. L'ASN fera un point d'étape à la fin du premier semestre 2022.

Sur le plan de la maintenance, l'année 2021 a été marquée par des prolongations importantes des durées d'arrêt pour maintenance et renouvellement en combustible des réacteurs. Cette situation a contribué à alourdir un programme industriel déjà très chargé, avec notamment la quatrième visite décennale du réacteur 1, le remplacement des générateurs de vapeur du réacteur 6 et le chantier de la protection périphérique contre les inondations externes, mis en œuvre dans le cadre du retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **une installation nucléaire de base :**
  - la centrale nucléaire de Gravelines (6 réacteurs de 900 MWe) exploitée par EDF ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 19 services de radiothérapie externe,
  - 3 services de curiethérapie,
  - 31 services de médecine nucléaire,
  - 92 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 127 scanners,
  - environ 4 600 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - 1 accélérateur destiné à contrôler des trains de fret,
  - 600 établissements industriels et de recherche, dont 29 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle, 3 accélérateurs de particules dont 2 cyclotrons, 38 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région et 19 entreprises utilisant des gammadensimètres,
  - 340 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 3 agences d'organismes pour le contrôle de la radioprotection.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Gravelines doit poursuivre les efforts engagés en matière de maintenance des équipements utilisant du gaz isolant à effet de serre (SF_6) et des installations de traitement des effluents radioactifs produits par l'exploitation des réacteurs.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN considère que la situation reste dégradée et que le site ne parvient toujours pas à rétablir un niveau satisfaisant, malgré la mise en place de mesures préventives en début d'année. Les efforts engagés doivent être développés afin de retrouver rapidement et

durablement des performances satisfaisantes en matière de radioprotection des travailleurs en 2022. La radioprotection fera l'objet d'un contrôle renforcé en 2022.

Les actions réalisées en 2021 au titre de l'inspection du travail, sur la centrale nucléaire de Gravelines, se sont réparties entre des contrôles menés sur les chantiers de maintenance, notamment au cours des arrêts de réacteurs, et des contrôles particuliers axés sur des thématiques telles que le levage, les risques électriques ou encore le temps de travail. Des rencontres régulières ont été organisées avec la Direction, des membres du comité social et économique et des représentants du personnel. Le nombre d'accidents de travail est en hausse en 2021 malgré les mesures déployées par l'exploitant. Des défauts d'appropriation des risques liés aux activités, des comportements individuels inappropriés vis-à-vis des règles élémentaires et des manques de maîtrise des consignations électriques d'équipements figurent parmi les causes récurrentes relevées. L'inspection du travail portera une vigilance particulière sur ces sujets lors de ses prochains contrôles.



Région Île-de-France

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région Île-de-France. La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire dans les INB dans cette région.

En 2021, l'ASN a réalisé 272 inspections dans la région Île-de-France, dont 84 dans le domaine de la sûreté nucléaire, 135 dans le domaine du nucléaire de proximité, 24 sur le thème du transport de substances radioactives et 29 concernant des organismes ou laboratoires agréés.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements significatifs ont été classés au niveau 2 sur l'échelle ASN-SFRO et 8 au niveau 1 de l'échelle INES.

SITE CEA DE SACLAY

Depuis 2017, le centre CEA Paris-Saclay rassemble des activités menées sur plusieurs sites géographiques proches de Paris, notamment les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses.

Le site du CEA Paris-Saclay, dont le site principal a une superficie de 125 hectares, est situé à environ 20 km au sud-ouest de Paris, dans le département de l'Essonne. Environ 6 000 personnes y travaillent. Ce centre est principalement dédié, depuis 2005, aux sciences de la matière, à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée. Les applications concernent la physique, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement. La recherche appliquée nucléaire a pour objectif principal l'optimisation du fonctionnement des centrales nucléaires françaises et leur sûreté. Huit INB sont implantées sur ce site.

À proximité sont également implantées une antenne de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), institut de formation, et deux entreprises à vocation industrielle : Technicatome, qui conçoit des réacteurs nucléaires de propulsion navale, et CIS bio international, usine de production de médicaments radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteurs Osiris et Isis

Le réacteur Osiris, de type piscine et d'une puissance autorisée de 70 mégawatts thermiques (MWth), était principalement destiné à la réalisation d'irradiations technologiques de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance. Une autre de ses fonctions consistait à produire des radioéléments à usage médical.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base contrôlées par la division d'Orléans :**
  - le site CEA de Saclay du centre CEA Paris-Saclay,
  - l'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) exploitée par CIS bio international à Saclay,
  - le site CEA de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical contrôlées par la division de Paris :** p. 206
  - 26 services de radiothérapie externe,
  - 12 services de curiethérapie,
  - 39 services de médecine nucléaire *in vivo* et 13 services de médecine nucléaire *in vitro* (biologie médicale),
  - 148 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - plus de 200 établissements détenant au moins 1 scanner,
  - environ 850 cabinets de radiologie médicale,
  - environ 8 000 appareils de radiologie dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche contrôlées par la division de Paris :** p. 236
  - environ 650 utilisateurs d'appareils de radiologie vétérinaire,
  - 6 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
  - environ 120 autorisations relatives à des activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 9 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

Sa maquette critique, le réacteur Isis, d'une puissance de 700 kilowatts thermiques (kWth), servait essentiellement à des activités de formation. Ces deux réacteurs, autorisés par le décret du 8 juin 1965, composent l'INB 40.

Compte tenu de la conception ancienne de cette installation au regard des meilleures techniques disponibles pour la protection contre les agressions externes et le confinement des matières en cas d'accident, le réacteur Osiris a été arrêté fin 2015. Le réacteur Isis a été définitivement mis à l'arrêt en mars 2019. Le dossier de démantèlement de l'ensemble de l'installation, déposé en octobre 2018, a fait l'objet de compléments à la demande de l'ASN, qui détaillent davantage les opérations prévues à chaque étape du démantèlement et justifient plus précisément l'état initial envisagé au début du démantèlement et les résultats de l'étude d'impact.

Depuis l'arrêt des réacteurs Osiris et Isis et dans l'attente du démantèlement de l'installation, les opérations d'évacuation de matières radioactives et dangereuses et les opérations de préparation du démantèlement sont en cours, avec une organisation adaptée à ce nouvel état de l'installation. En particulier, les derniers combustibles irradiés entreposés dans l'installation ont été évacués au second semestre 2021.

La maîtrise du risque d'incendie fait l'objet d'une bonne gestion des permis de feu et de dispositions constructives d'amélioration en perspective. Cependant, le suivi des charges calorifiques, notamment les déchets accumulés dans l'installation, est insuffisant. La surveillance des intervenants extérieurs pour les contrôles et essais périodiques manque de formalisation. Les opérations de maintenance des équipements électriques sont correctement réalisées, malgré quelques insuffisances de vérifications réalisées par des intervenants extérieurs. Des améliorations sont attendues dans le suivi des préconisations pour la protection contre les risques liés à la foudre. La conduite des opérations préparatoires au démantèlement est satisfaisante sur les aspects techniques, mais des retards sont, comme les années précédentes, constatés.

L'ASN considère que l'exploitant doit être vigilant sur la maîtrise des opérations de préparation du démantèlement et l'amélioration de la gestion des déchets.

Réacteur Orphée

Le réacteur Orphée (INB 101), réacteur source de neutrons, était un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance autorisée de 14 MWth. Le cœur, très compact, est localisé dans une cuve d'eau lourde qui sert de modérateur. La création du réacteur a été autorisée par le décret du 8 mars 1978 et sa première divergence a eu lieu en 1980. Il servait à réaliser des expériences dans des domaines tels que la physique, la biologie ou la physico-chimie. Le réacteur permettait l'introduction d'échantillons à irradier pour la fabrication de radionucléides ou la production de matériaux spéciaux, ainsi que la réalisation de contrôles non destructifs de certains composants.

Le réacteur Orphée, à la suite de son arrêt définitif fin 2019, est en phase d'opérations préparatoires au démantèlement. L'exploitant a déposé en mars 2020 son dossier de démantèlement. Les derniers combustibles irradiés du réacteur Orphée ont été évacués en 2020, ce qui a conduit à une forte réduction des risques de l'installation.

L'ASN considère, sur la base des inspections et du suivi de l'installation réalisés en 2021, que le niveau de sûreté du réacteur Orphée est satisfaisant dans l'ensemble. Cependant, quelques points de vigilance dans la gestion des sources radioactives et des équipements sous pression sont nécessaires et les évaluations individuelles des expositions aux rayonnements ionisants au poste de travail doivent être établies. La gestion des charges calorifiques, la gestion d'un entreposage de déchets et la conformité du zonage déchets doivent être améliorées. Si la préparation des opérations préparatoires au démantèlement est satisfaisante, des retards sont constatés. L'avancement de la mise en œuvre des engagements du réexamen est quant à lui correct. Les événements significatifs montrent toutefois qu'une vigilance doit être portée à l'organisation de la maintenance des matériels.

À la suite de l'arrêt du réacteur, la phase de préparation des opérations de démantèlement fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN, notamment l'adaptation de l'organisation et des compétences de ses personnels pour gérer des activités nouvelles, en maintenant le niveau de sûreté de l'installation et en maîtrisant les plannings d'activités.

Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés

Le Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés (LECI) a été construit et mis en service en novembre 1959. Il a été déclaré en tant qu'INB le 8 janvier 1968 par le CEA. Une extension a été autorisée en 2000. Le LECI (INB 50) constitue un outil d'expertise pour les exploitants nucléaires. Il a pour mission d'étudier les propriétés des matériaux utilisés dans le secteur nucléaire, irradiés ou non.

Du point de vue de la sûreté, cette installation doit répondre aux mêmes exigences que celles des installations nucléaires du « cycle du combustible », mais l'approche de sûreté est proportionnée aux risques et inconvénients qu'elle présente.

À la suite du dernier réexamen périodique, l'ASN a encadré, dans la décision du 30 novembre 2016 (modifiée le 26 juin 2017), la poursuite de fonctionnement de l'installation par des prescriptions techniques, qui portent notamment sur le plan d'améliorations que le CEA s'était engagé à réaliser. Certains engagements pris par le CEA n'ont pas été réalisés dans les délais. En particulier, le CEA a demandé un report d'échéances concernant l'évacuation des substances radioactives dont l'utilisation ne peut pas être justifiée et la mise en place des éventuelles dispositions permettant d'assurer l'atteinte et le maintien d'un état sûr de l'INB en cas d'incendie dans les zones attenantes aux zones nucléaires. Le démantèlement de Célimène (ancienne cellule destinée à l'examen des combustibles du réacteur EL3) est également concerné par cette demande. L'ASN reste donc dans l'attente de la transmission d'un plan d'action robuste de la part du CEA.

Dans les années à venir, l'INB 72 ne prendra plus en charge les déchets irradiants du site CEA de Saclay. Aussi, le CEA a commencé les travaux d'assainissement d'une cellule du LECI qui sera dédiée aux opérations de surfûtage des déchets provenant de l'INB 50. L'ASN contrôlera l'avancement des travaux associés.

La gestion opérationnelle des facteurs organisationnels et humains (FOH) est satisfaisante, malgré une rotation importante des effectifs. Des améliorations sont par contre attendues concernant la gestion du risque de criticité, la prise en compte du risque lié à la foudre et la surveillance des intervenants extérieurs, avec notamment l'adaptation du programme de surveillance de l'INB aux activités confiées à ces intervenants.

Irradiateur Poséidon

L'installation Poséidon (INB 77), autorisée en 1972, est un irradiateur composé d'une piscine d'entreposage de sources de cobalt-60, surmontée partiellement d'une casemate d'irradiation. L'INB comporte par ailleurs un autre irradiateur en casemate, Pagure, ainsi que l'accélérateur Vulcain.

Cette installation permet des études et des prestations de qualification pour les équipements installés dans les réacteurs nucléaires, notamment grâce à une enceinte immergeable, ainsi que la radiostérilisation de produits à usage médical. Le principal risque de l'installation est l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants, du fait de la présence de sources scellées de très haute activité.

L'ASN a encadré, par la décision n° CODEP-CLG- 2019-048416 du président de l'ASN du 22 novembre 2019, la poursuite de fonctionnement de l'installation à la suite de son réexamen périodique. Les points majeurs d'amélioration sont notamment la tenue du bâtiment aux aléas sismiques et climatiques (neige et vent notamment), ainsi que le suivi du vieillissement de la piscine de Poséidon.

L'ASN considère que l'installation est exploitée de façon satisfaisante et dans un objectif d'amélioration continue de la sûreté de l'installation. En effet, l'ASN a constaté que l'exploitant apporte des réponses adéquates et dans les échéances fixées aux engagements qui le concernent et qui sont issus du réexamen précédent (engagements de l'exploitant, prescriptions techniques ou demandes de l'ASN). Le suivi des contrôles et essais périodiques est correctement réalisé, ainsi que la mise en œuvre d'éventuelles mesures correctives à la suite de ces contrôles. Toutefois, l'ASN considère que des améliorations sont à apporter concernant la gestion des sources radioactives, notamment pour le suivi des dates de péremption. Enfin des travaux sont menés par l'exploitant, afin notamment de déterminer l'origine d'une récente augmentation de l'activité en tritium observée dans l'eau de la piscine de Poséidon.

LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DÉCHETS SOLIDES ET DES EFFLUENTS LIQUIDES

Le CEA exploite des installations de nature diverse : des laboratoires liés aux recherches sur le « cycle du combustible » et également des réacteurs de recherche. Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement. Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés. Pour les gérer, le CEA dispose d'installations spécifiques de traitement, de conditionnement et d'entreposage.

Zone de gestion de déchets solides radioactifs

La Zone de gestion de déchets solides radioactifs (INB 72) a été autorisée par le décret du 14 juin 1971. Cette installation, exploitée par le CEA, assure le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets de haute, moyenne et faible activité des installations du centre de Saclay. Elle assure également l'entreposage de matières et de déchets anciens (combustibles usés, sources scellées, liquides scintillants, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques, etc.) en attente d'évacuation.

Compte tenu de « l'inventaire dispersable »[1] actuellement présent dans l'installation, l'INB 72 fait partie des priorités de la stratégie de démantèlement du CEA qui a été examinée par l'ASN, laquelle s'est prononcée en mai 2019 sur ces priorités (voir chapitre 13).

Les engagements pris dans le cadre du précédent réexamen de 2009 visaient à garantir un niveau de sûreté acceptable de l'installation pour les dix années à venir. Ils concernaient en particulier l'évacuation de la plus grande partie de « l'inventaire dispersable » de l'installation et l'arrêt de la réception de nouveaux déchets du centre de Saclay, afin de concentrer les moyens de l'installation sur la reprise et le conditionnement des déchets anciens et le démantèlement. Ces engagements n'ont pas été tenus.

En 2017, étant donné les retards dans les opérations de désentreposage, le CEA a demandé un report de plusieurs années des échéances, prescrites dans la décision n° 2010-DC-0194 de l'ASN du 22 juillet 2010, pour le désentreposage des combustibles irradiés et l'évacuation des déchets entreposés dans la zone dite « des 40 puits ». En 2020, le CEA a demandé un nouveau report au 31 décembre 2030 pour l'évacuation des déchets entreposés dans cette zone des 40 puits, qui a été validé par la décision n° CODEP-CLG-2022-05822 du président de l'ASN du 2 février 2022.

Afin de pouvoir continuer d'utiliser l'INB pour la gestion des déchets radioactifs des INB de Saclay, le CEA a demandé en 2017 une modification de la date d'arrêt définitif de l'installation, reportée à la première des deux échéances suivantes : la date de prise d'effet du décret de démantèlement ou

1 *Partie de l'inventaire des radionucléides d'une installation nucléaire qui regroupe les radionucléides susceptibles d'être dispersés dans l'installation lors d'un incident ou d'un accident, voire, pour une fraction d'entre eux, d'être rejetés dans l'environnement.*

la date du 31 décembre 2022. Il demande également certains aménagements pour la prise en charge de certains déchets jusqu'en 2025.

Après analyse du rapport de réexamen de l'INB 72 transmis fin 2017, instruit conjointement avec le dossier de démantèlement, l'ASN a encadré, par la décision n° CODEP-CLG-2022-05822 du président de l'ASN du 2 février 2022, les conditions de poursuite d'exploitation de l'installation.

L'ASN estime que la sûreté de l'installation est acceptable, tout en constatant de nombreux retards dans la réalisation des opérations de désentreposage de combustibles ou de déchets. L'ASN note toutefois positivement l'évacuation de trois sources de strontium de l'installation en 2021, ce qui contribue à la réduction progressive de son « inventaire dispersable ».

En 2021, l'ASN a inspecté l'organisation et les actions mises en œuvre par le CEA pour évacuer les combustibles irradiés du massif 108 et de la piscine. Malgré les retards constatés, l'ASN souligne la capacité d'adaptation du CEA aux différents aléas rencontrés. Cependant, il est attendu une élaboration plus rigoureuse des plans d'action pour s'assurer du respect des échéances annoncées. L'ASN rappelle que les projets contribuant à la diminution de « l'inventaire dispersable » au sein des installations constituent des priorités pour la sûreté.

Par ailleurs, l'ASN a constaté lors de ses inspections un bon état général de l'installation. Toutefois, l'ASN relève un suivi insuffisant des vérifications réglementaires périodiques concernant les équipements électriques.

Zone de gestion des effluents liquides

La zone de gestion des effluents liquides constitue l'INB 35. Déclarée par le CEA par courrier du 27 mai 1964, elle est dédiée au traitement des effluents liquides radioactifs. Par décret du 8 janvier 2004, le CEA a été autorisé à créer dans l'INB une extension, dénommée Stella, ayant pour fonction le traitement et le conditionnement des effluents aqueux de faible activité du centre de Saclay. Ces effluents sont concentrés par évaporation puis bloqués dans une matrice de ciment, afin de confectionner des colis acceptables par les centres de stockage de surface de l'Andra.

L'installation d'évaporation utilisée pour traiter les effluents radioactifs est à l'arrêt depuis 2019, en raison d'anomalies techniques sur un équipement. La remise en service de celui-ci nécessite l'élaboration d'un dossier spécifique d'analyse de sûreté dont l'ASN attend la transmission. À ce jour, l'installation n'est plus en capacité de remplir ses différentes fonctions (évaporation des effluents, cimentation des concentrats, reprise des effluents des producteurs de Saclay).

La production de colis par cimentation est soumise à un plan de contrôle robuste et opérationnel. Ce procédé, utilisé pour traiter les concentrats présents dans l'installation, a toutefois été arrêté provisoirement par le CEA en juin 2021. Cette décision du CEA fait suite à la production de deux colis actifs non conformes à l'approbation de conditionnement 12H obtenue de l'Andra en 2018. La mise en service du procédé avait été autorisée par l'ASN en 2020. Au regard des travaux à mener par le CEA pour remédier à cette situation, il n'est pas attendu de reprise de l'activité de cimentation à court terme.

Par ailleurs, le CEA a suspendu, depuis 2016, la réception d'effluents provenant d'autres INB, en raison d'investigations complémentaires concernant la stabilité de la structure du local d'entreposage des effluents liquides de faible activité (local 97). La majorité des effluents radioactifs de faible et moyenne activité (FA et MA) produits par les producteurs du site de Saclay est désormais orientée vers la Station de traitement des effluents liquides (STEL) de Marcoule.

Cette situation, qui interroge sur la possibilité de reprendre, dans les prochaines années, la gestion des effluents liquides dans l'INB, fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN dans le cadre des échanges avec le CEA sur sa stratégie de gestion des effluents. L'ASN attend un investissement important de la part du CEA pour rendre l'installation opérationnelle afin, en priorité, de pouvoir reprendre et conditionner dans des délais adaptés les effluents historiques qui y sont entreposés.

Plusieurs autres sujets structurants pour l'INB sont actuellement en cours de discussion ou d'instruction. Il s'agit notamment de la vidange des cuves contenant des effluents organiques au niveau de la fosse 99, qui reste un enjeu de premier plan en matière d'assainissement, la stratégie d'assainissement des cuves MA 500, ainsi que la finalisation de la vidange de la cuve MA 507.

L'installation a une bonne organisation en matière d'intervention incendie, faisant l'objet d'exercices réguliers. Par ailleurs, le suivi des engagements pris envers l'ASN est réalisé de manière satisfaisante. En revanche, des améliorations sont attendues dans la gestion du risque d'incendie, concernant le maintien en état de plusieurs dispositifs de protection contre l'incendie, la limitation des charges calorifiques présentes dans certains locaux et la bonne réalisation des rondes post-travaux par points chauds.

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

Les opérations de démantèlement conduites sur le site de Saclay concernent deux INB (INB 18 et 49) définitivement arrêtées et trois INB (INB 35, 40 et 72) en fonctionnement, comportant des parties ayant cessé leur activité et dans lesquelles des opérations préparatoires au démantèlement sont réalisées. Elles concernent également deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) – EL2 et EL3 – qui étaient précédemment des INB mais qui ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets de FA-VL. Leur déclassement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies par le CEA (voir chapitre 13).

Appréciation du site CEA de Saclay

L'ASN considère que les INB du site CEA de Saclay sont exploitées dans des conditions de sûreté satisfaisantes dans l'ensemble et constate la poursuite, au cours de l'année 2021, d'opérations visant à réduire l'inventaire radiologique entreposé dans les INB. Ainsi, la dernière évacuation des combustibles irradiés de l'INB 40 a été réalisée en octobre 2021.

Les opérations de démantèlement, de reprise et de conditionnement des déchets ont continué à prendre du retard en 2021. L'ASN considère que l'avancement des projets de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées et que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement. La plupart des INB du site CEA de Saclay sont concernées, directement ou indirectement, par des opérations de démantèlement ou de préparation au démantèlement. L'ASN attend donc que le CEA poursuive ses efforts pour rendre plus robustes ses plannings de mise en œuvre des opérations. L'ASN maintiendra une vigilance particulière sur le contrôle de l'avancement des projets de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets, dans l'objectif de s'assurer de la maîtrise des calendriers.

Une vigilance particulière doit être apportée à la gestion des déchets TFA et des effluents liquides radioactifs. En effet, à la suite de la suspension temporaire de la prise en charge des déchets TFA par une installation du centre en début d'année 2021, la gestion des déchets TFA au sein des INB a dû être modifiée pour une période transitoire. Par ailleurs, les effluents liquides radioactifs produits sur le site de Saclay sont orientés vers la STEL de Marcoule depuis plusieurs années, compte tenu des difficultés rencontrées par la zone de gestion des effluents liquides (INB 35).

Le planning prévisionnel de reprise des effluents au sein de l'INB 35 reste à ce jour incertain.

Au cours de l'année 2021, une teneur anormalement élevée en tritium a été découverte dans la nappe des sables de Fontainebleau, au droit d'un nouveau piézomètre implanté sur le site. L'identification de l'origine précise de cette pollution, ainsi que son évolution à moyen et long terme, nécessite des investigations complémentaires, dont l'ASN assurera un suivi particulier.

Par ailleurs, à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN avait prescrit la réalisation sur le site de Saclay de nouveaux moyens pour la gestion de crise résistant à des conditions extrêmes. Après mise en demeure de l'ASN en septembre 2019, le CEA a transmis en décembre 2019 son dossier présentant et justifiant le dimensionnement de ses futurs bâtiments de gestion de crise. À la suite de la découverte de défauts de ferraillage du génie civil, le chantier a cependant été interrompu en milieu d'année 2021, ce qui n'a pas permis au CEA de respecter son engagement de mise en service des locaux avant la fin de l'année 2021.

Concernant l'organisation et les moyens de crise, une mise à jour du plan d'urgence interne a été transmise par le CEA fin 2021. L'ASN a pu constater, dans le cadre d'une inspection inopinée, que l'organisation mise en œuvre par le site CEA de Saclay pour la gestion de crise est satisfaisante.

La gestion des équipements sous pression et des ESPN s'est améliorée. Les transports internes ou externes de substances radioactives sont gérés de manière satisfaisante. Toutefois, l'ASN a constaté que le suivi des alimentations électriques principales ou secourues doit être amélioré, de même que la surveillance des prestataires intervenant, au niveau du site, sur plusieurs INB.

Réacteur Ulysse

Ulysse est le premier réacteur universitaire français. L'installation, qui constitue l'INB 18, est arrêtée définitivement depuis février 2007 et ne contient plus de combustible depuis 2008. Le décret de démantèlement de l'INB a été publié le 21 août 2014 et prévoit une durée de démantèlement de 5 ans. Les enjeux en matière de sûreté de cette installation sont limités.

Le 8 août 2019, le CEA a annoncé la fin des opérations de démantèlement prévues dans le décret de démantèlement, avec la réalisation de l'assainissement final. L'installation ne comporte donc plus de zone réglementée au titre de la radioprotection, ni de zone à production possible de déchets nucléaires.

Après avoir déclaré le déclassement du zonage déchets de l'installation en septembre 2020, le CEA a transmis à l'ASN un dossier de demande de déclassement en février 2021, en vue de supprimer le réacteur Ulysse de la liste des INB. Après analyse de ce dossier, l'ASN a formulé des demandes de compléments portant notamment sur l'analyse des sols et des eaux souterraines, en avril 2021. Le CEA ayant pris en compte ces éléments dans la mise à jour de son dossier en juillet 2021, l'ASN a pu lancer les consultations de la préfecture de l'Essonne et de la commission locale d'information de Saclay, en septembre 2021. L'instruction de ce dossier de demande de déclassement devrait donner lieu à une prise de position de l'ASN en 2022. Les objectifs d'assainissement ayant été atteints et l'installation ne comportant plus de pollution (chimique ou radioactive), l'ASN envisage à ce stade un déclassement de l'installation sans servitudes d'utilité publique.

Laboratoire de haute activité

Le LHA comporte plusieurs laboratoires qui étaient destinés à la réalisation de travaux de recherche ou de production de différents radionucléides. Il constitue l'INB 49. À l'issue des travaux de démantèlement et d'assainissement, autorisés par décret du 18 septembre 2008, seules trois cellules, dont deux laboratoires en exploitation aujourd'hui, devraient subsister à terme sous le régime ICPE. Ces deux laboratoires sont le laboratoire de caractérisation chimique et radiologique d'effluents et de déchets et l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi.

Malgré l'avancement des opérations d'assainissement et de démantèlement, les retards accumulés n'ont pas permis au CEA de respecter l'échéance du 21 septembre 2018 fixée par le décret autorisant le démantèlement du LHA. La découverte, en 2017, de pollution dans certaines « cours intercellules » l'a également conduit à faire évoluer les opérations à réaliser. Des investigations sur l'état radiologique des sols ont été menées sur la période 2019-2021. Un dossier de modification du décret de démantèlement a été déposé par l'exploitant en décembre 2021. La justification du délai nécessaire pour achever les opérations de démantèlement autorisées par le décret du 18 septembre 2008 sera examinée dans le cadre de l'instruction qui en sera réalisée.

L'année 2021 a été principalement marquée par la poursuite des investigations dans les sols et des études, qui ont permis au CEA de finaliser ce dossier de modification du décret de démantèlement remis fin 2021. Une reprise des opérations d'assainissement et de démantèlement, interrompues depuis fin 2018, est attendue en 2022.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'INB 49 en démantèlement est globalement satisfaisant. Les engagements pris par l'installation sont suivis de manière satisfaisante. Les conclusions de l'étude de risque incendie ont donné lieu à la mise en place rapide d'un plan d'action. L'inventaire des sources de rayonnements ionisants en cours d'utilisation est bien tenu à jour.

En revanche, les inspections ont révélé des défaillances dans la gestion des sources usagées au sein de l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi, engendrant deux événements significatifs en lien avec la présence de sources non autorisées ou ayant des activités supérieures aux limites autorisées. La gestion des sources en cours d'utilisation au sein du périmètre en démantèlement doit donc être améliorée. Enfin, des améliorations sont attendues concernant la gestion des charges calorifiques maximales admissibles dans chaque local de l'installation et concernant l'étanchéité de certaines toitures.

L'ASN contrôlera en inspection les conditions de reprise, à venir, des travaux de démantèlement de la chaîne blindée TOTEM qui constitue l'inventaire radiologique prépondérant de l'INB 49 (hors terres contaminées).

Usine de production de radioéléments artificiels de CIS bio international

L'UPRA constitue l'INB 29. Elle a été mise en service en 1964 par le CEA sur le site de Saclay, qui créa en 1990 la filiale CIS bio international, l'actuel exploitant. Cette filiale fut rachetée, à partir du début des années 2000, par plusieurs sociétés spécialisées dans la médecine nucléaire. En 2017, la maison mère de CIS bio international a fait l'acquisition de *Mallinckrodt Nuclear Medecine LCC*, pour former aujourd'hui le groupe Curium, qui possède trois sites de production (États-Unis, France, Pays-Bas).

Le groupe Curium est un acteur important du marché français et international pour la fabrication et la mise au point de produits radiopharmaceutiques. Les produits sont majoritairement utilisés pour établir des diagnostics médicaux, mais également à des fins thérapeutiques. L'INB 29 avait également pour mission, jusqu'en 2019, d'assurer la reprise des sources scellées usagées qui étaient utilisées à des fins de radiothérapie et d'irradiation industrielle. L'évacuation de ces sources, entreposées dans l'installation, est bien avancée. Le groupe a par ailleurs décidé d'arrêter fin 2019 ses productions à base d'iode-131 sur le site de Saclay, ce qui a significativement réduit les conséquences des situations accidentelles.

De manière générale, l'ASN constate que la démarche d'amélioration de la sûreté de l'installation, déjà observée les deux années précédentes, s'est poursuivie en 2021 malgré un contexte perturbé par la pandémie de Covid-19. La stabilité de l'organisation et une meilleure gestion des compétences ont constitué des facteurs favorables à cette démarche.

Plusieurs projets améliorant significativement la sûreté ont abouti ou devraient se terminer à court terme. Toutefois, les actions d'envergure engagées par CIS bio international, dont certaines sont complexes à déployer, doivent être réalisées dans des délais mieux maîtrisés. L'organisation de crise fait l'objet de préparations efficientes, au travers d'exercices. Les processus de gestion des modifications matérielles et de qualification apparaissent pertinents. La maîtrise des chantiers à enjeu dosimétrique ainsi que la mise en œuvre des évacuations des déchets historiques sont satisfaisantes. L'organisation est également efficiente pour gérer les flux de transports, importants et divers quant aux contenus des colis ; l'assurance qualité et la gestion documentaire en ont été améliorées.

L'amélioration globale de la gestion des effluents liquides, à la suite d'écarts constatés ces dernières années, se poursuit et constitue une réponse adaptée, qui fait l'objet de contrôles en inspection par l'ASN.

Cependant, la gestion des contrôles périodiques des équipements sous pression nécessite des améliorations.

Si le nombre d'événements significatifs est stable, les défaillances organisationnelles ou humaines sont encore nombreuses. Aussi, le respect des règles de conduite, du domaine de fonctionnement, la réalisation des maintenances et la prise en compte du retour d'expérience doivent encore être améliorés. L'ASN attend également des progrès concernant l'identification des événements significatifs.

Des améliorations sont par ailleurs encore nécessaires pour respecter les échéances associées aux engagements pris par l'exploitant.

En conclusion, l'ASN constate que CIS bio international maintient son effort de redressement engagé les années précédentes. La transversalité du fonctionnement de l'organisation, le respect du référentiel de l'installation, la maîtrise des plannings et le contrôle des opérations sont des axes sur lesquels CIS bio international doit continuer de porter ses efforts, tout en maintenant une vigilance quant à la rigueur d'exploitation et à l'amélioration de la culture de sûreté.

SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES

Premier centre de recherche du CEA, créé en 1946, le site de Fontenay-aux-Roses poursuit la mutation de ses activités nucléaires vers des activités de recherche dans le domaine des sciences du vivant.

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses, composante du centre CEA Paris-Saclay depuis 2017, est constitué de deux INB, Procédé (INB 165) et Support (INB 166). Dans l'INB 165, se déroulaient des activités de recherche et de développement sur le retraitement des combustibles nucléaires, des éléments transuraniens, des déchets radioactifs et sur l'examen des combustibles irradiés. Ces activités ont cessé dans les années 1980-1990. L'INB 166 est une installation de caractérisation, traitement, reconditionnement et entreposage de déchets radioactifs anciens provenant du démantèlement de l'INB 165.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN, qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies (voir chapitre 13).

Le démantèlement du site de Fontenay-aux-Roses contient des opérations prioritaires car il présente des enjeux particuliers, liés, d'une part, à la quantité de déchets radioactifs présents dans ces installations ; d'autre part, à la contamination radiologique des sols sous une partie d'un bâtiment de l'INB 165. Par ailleurs, le centre de Fontenay-aux-Roses, situé en zone urbaine dense, est engagé dans un processus global de dénucléarisation.

Installation Procédé et installation Support

Le démantèlement des deux installations Procédé et Support, qui constituent respectivement l'INB 165 et l'INB 166, a été autorisé par deux décrets du 30 juin 2006. La durée initiale prévue pour les opérations de démantèlement était d'une dizaine d'années. Le CEA a informé l'ASN que, en raison de fortes présomptions de contamination radioactive sous un des bâtiments, de difficultés imprévues et d'un changement de la stratégie globale de démantèlement des centres civils du CEA, la durée des opérations de démantèlement devait être prolongée et que le plan de démantèlement serait modifié. Le CEA a déposé, en juin 2015, une demande de modification des échéances prescrites pour ces démantèlements.

L'ASN a jugé que les premières versions de ces dossiers de demande de modification des décrets de démantèlement n'étaient pas recevables. Conformément aux engagements pris en 2017, le CEA a transmis en 2018 la nouvelle version de ces dossiers. Ces dossiers ont fait l'objet de compléments sur la période 2019-2021, portant notamment sur les opérations de démantèlement prévues et leur échéancier. Le CEA envisage une fin de démantèlement des INB au-delà de 2040, voire de 2050 pour l'INB 165. Ces deux projets de modification des décrets de démantèlement font l'objet d'une instruction. Les nouveaux décrets fixeront les caractéristiques du démantèlement, notamment leur délai de réalisation.

Appréciation du site CEA de Fontenay-aux-Roses

L'exploitant doit maintenir les efforts qu'il met en œuvre pour assurer la sûreté d'exploitation de ses installations. Celle-ci est jugée acceptable même si des axes d'amélioration ont été identifiés sur certains sujets techniques. Les points de vigilance concernent en particulier la maîtrise du risque lié à la foudre pour l'INB 165 et l'indisponibilité prolongée des systèmes d'extinction incendie des chaînes blindées de cette même installation.

Le processus de gestion des modifications notables des installations est pertinent. Le suivi de la maintenance et des contrôles des groupes électrogènes doit cependant être amélioré.

En 2021, le CEA a également déclaré un événement significatif relatif à l'environnement à la suite de la découverte d'une pollution historique dans un regard lié à d'anciennes canalisations du réseau d'effluents du site CEA de Fontenay-aux-Roses (traces de plutonium dans des sédiments). Une inspection réactive de l'ASN a été réalisée sur ce sujet. Le CEA a procédé aux actions de retrait de la pollution qui ont comporté des opérations de nettoyage et de contrôle après assainissement. Au regard des éléments fournis par le CEA à l'ASN, aucune conséquence pour les personnes et l'environnement n'a été identifiée.

D'une manière générale, l'ASN convient que le CEA rencontre des difficultés techniques réelles pour assurer la reprise des déchets anciens actuellement entreposés dans ces installations mais elle souligne à nouveau le retard pris dans la réalisation des études et la programmation de ces projets. Comme l'année précédente, le CEA a présenté en 2021 à l'ASN ses prévisions quant à l'articulation des études et travaux projetés sur le site afin de diminuer « l'inventaire dispersable » au sein des installations. La nouvelle organisation mise en œuvre depuis septembre 2020 pour la réalisation des réexamens périodiques et des travaux sur les dossiers de démantèlement des installations apparaît robuste mais doit continuer à faire ses preuves. L'ASN attend du CEA qu'il poursuive la mise en place d'actions fortes pour maîtriser et fiabiliser les délais associés à ces projets, en particulier les délais annoncés concernant la remise des études préparatoires aux chantiers de démantèlement.



Région Normandie

La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région Normandie.

En 2021, l'ASN a réalisé 212 inspections en Normandie, dont 81 dans les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly, 13 sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3, 64 sur des installations du « cycle du combustible », de recherche ou en démantèlement, 48 dans le nucléaire de proximité et 6 dans le domaine du transport de substances radioactives.

En outre, 31 journées d'inspection du travail ont été réalisées dans les centrales nucléaires et sur le chantier de Flamanville 3.

En 2021, 18 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal. L'ASN a également mis en demeure deux exploitants d'installations nucléaires de se conformer à la réglementation.

Centrale nucléaire de Flamanville

La centrale nucléaire de Flamanville, exploitée par EDF dans le département de la Manche, sur le territoire de la commune de Flamanville, à 25 km au sud-ouest de Cherbourg, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1985 et 1986. Le réacteur 1 constitue l'INB 108, le réacteur 2 l'INB 109.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Flamanville en matière de sûreté nucléaire demeurent, malgré les améliorations constatées, légèrement en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection et d'environnement rejoignent quant à elles l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN a constaté des améliorations résultant de la mise en œuvre du plan d'action demandé dans le cadre de la surveillance renforcée du site. Les inspections ont notamment mis en évidence plusieurs évolutions d'organisation, une plus grande attention dans le suivi de l'état des installations, ainsi qu'un meilleur respect des procédures et des règles de l'art par les intervenants, ce qui engendre une amélioration des résultats d'exploitation. Toutefois, les difficultés rencontrées lors du redémarrage du réacteur 1, à la suite d'un arrêt pour économie de combustible, montrent que ces progrès restent à consolider, notamment en ce qui concerne la conduite des réacteurs. Enfin, l'ASN constate que le délai de caractérisation des écarts après leur détection doit être amélioré.

Concernant la gestion de crise, l'ASN a mis en demeure EDF de se conformer à la réglementation applicable relative à la préparation des situations d'urgence et au plan d'urgence interne. À la suite de cette décision, l'ASN a contrôlé les actions menées pour se conformer à la réglementation et estime qu'elles ont été satisfaisantes, l'exploitant étant désormais en mesure de gérer une situation de crise avec un gréement partiel des équipes de crise. Par ailleurs, l'ASN considère que des améliorations doivent être apportées dans la gestion et l'exploitation du centre de crise, qui a fait l'objet de plusieurs anomalies au cours de l'année.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN observe une situation en progrès avec notamment la réorganisation du service de prévention des risques. D'une manière générale, le nombre d'événements concernant la radioprotection déclarés en 2021 reste au même niveau qu'en 2020, mais avec des enjeux moindres. Néanmoins, la préparation et le suivi des chantiers restent des sujets d'attention pour lesquels l'ASN attend une poursuite des efforts de la part d'EDF. En effet, de nombreux écarts sont encore relevés concernant le respect des conditions d'intervention et des conditions d'accès dans des zones réglementées. L'ASN considère toujours que la préparation des interventions ayant de forts enjeux radiologiques doit être renforcée.

La centrale nucléaire de Flamanville a été placée sous surveillance renforcée par l'ASN en septembre 2019. Conformément à la demande de l'ASN, EDF a transmis début 2021 un premier bilan du plan d'amélioration des pratiques ainsi qu'un prévisionnel des actions restant à réaliser sur l'année. L'ASN a constaté au cours de l'année différentes évolutions des modalités d'organisation ayant conduit à une amélioration des résultats. Un bilan finalisé de l'ensemble des actions d'amélioration a également été transmis à l'ASN en fin d'année 2021. Ce bilan sera instruit par l'ASN et fera l'objet de contrôles spécifiques en 2022, dans l'objectif de statuer sur le maintien du dispositif de surveillance renforcée.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN constate une amélioration de l'organisation et une bonne maîtrise des activités par les personnels chargés de la gestion des déchets nucléaires. L'ASN restera cependant attentive au maintien des efforts visant à résorber le passif de déchets historiques entreposés sur le site, à la poursuite du plan d'action visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre utilisé pour l'isolation électrique (SF_6), ainsi qu'à la maîtrise opérationnelle des conditions et de la surveillance des rejets dans l'environnement.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que l'exploitant doit mettre en œuvre des améliorations en ce qui concerne la vérification des installations électriques et la sécurisation de certains espaces vis-à-vis du risque de chute de hauteur.

Centrale nucléaire de Paluel

La centrale nucléaire de Paluel, exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Paluel, à 30 km au sud-ouest de Dieppe, est constituée de quatre REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1984 et 1986. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 103, 104, 114 et 115.

La centrale nucléaire dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement du site de Paluel rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN considère que les performances en matière de radioprotection se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Début 2021, les deux derniers groupes électrogènes d'ultime secours ont été mis en service pour les réacteurs 1 et 2 de la centrale, dans le respect de la décision n° 2020-DC-0692 de l'ASN du 28 juillet 2020.

Sur le plan de l'exploitation et la conduite des réacteurs, l'ASN considère que la connaissance et la maîtrise des règles générales d'exploitation, lors des phases de redémarrage, doivent être améliorées. À ce titre, l'ASN sera particulièrement vigilante quant à la profondeur des analyses réalisées lorsque des anomalies sont rencontrées sur des matériels importants pour la sûreté. Par ailleurs, différents événements significatifs en lien avec des défauts de consignation de matériel doivent interroger l'exploitant sur la rigueur de ses pratiques. L'ASN constate toutefois une baisse notable des événements significatifs pour la sûreté relatifs au pilotage des réacteurs. L'incendie du transformateur principal du réacteur 1 a également montré une bonne réactivité des équipes d'exploitation en cas de situation incidentelle, malgré des insuffisances dans la gestion des eaux d'extinction.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - les centrales nucléaires, exploitées par EDF, de Flamanville (2 réacteurs de 1300 MWe), Paluel (4 réacteurs de 1300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1300 MWe),
  - le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3,
  - l'établissement de retraitement de combustibles nucléaires usés d'Orano de La Hague,
  - le centre de stockage de la Manche de l'Andra (CSM),
  - le grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil) à Caen ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 8 services de radiothérapie externe (27 appareils),
  - 1 service de protonthérapie,
  - 3 services de curiethérapie,
  - 12 services de médecine nucléaire,
  - 50 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 70 scanners,
  - environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - environ 450 établissements industriels et de recherche, dont 20 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
  - 5 accélérateurs de particules, dont 1 cyclotron,
  - 21 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
  - 5 entreprises utilisant des gammadensimètres,
  - environ 260 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic, 1 centre de recherche équine et 1 centre hospitalier équin ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 9 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement,
  - 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection.

Sur le plan de la maintenance, l'ASN considère que les performances du site restent en retrait en 2021. Lors des arrêts pour maintenance, plusieurs inspections ont notamment mis en exergue des écarts sur des fixations et des montages de matériels, qui avaient pourtant été jugés conformes par l'exploitant. Par ailleurs, l'analyse de plusieurs événements significatifs relatifs à la sûreté, dont l'un a conduit à une fuite primaire collectée, a mis en évidence un manque de préparation et une insuffisance dans les analyses des risques des activités. Des améliorations sont donc attendues, d'une part, sur une préparation plus rigoureuse des interventions ; d'autre part, sur la bonne appropriation des activités par les intervenants

en amont de leur réalisation. Enfin, l'arrêt pour visite partielle et rechargement du réacteur 1 a notamment été marqué par l'identification de traces de corrosion sur les tubes des générateurs de vapeur. L'ASN a contrôlé les opérations spécifiques de pose de nouveaux bouchons soudés et estime qu'elles ont été réalisées dans des conditions satisfaisantes.

Sur le plan de la radioprotection, l'ASN relève une amélioration des performances du site par rapport à 2020. Les doses globales reçues par les intervenants lors des arrêts pour maintenance de l'année 2021 ont toutes été inférieures à leurs évaluations prévisionnelles initiales. Les inspections menées ont permis de constater la bonne tenue des chantiers et, d'une manière générale, la gestion satisfaisante du risque de contamination. Néanmoins, des améliorations sont attendues sur le respect des procédures d'accès en zone orange et sur la préparation des activités à fort enjeu de radioprotection.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN relève des performances stables et une diminution des rejets non maîtrisés de gaz à effet de serre. Compte tenu des lacunes constatées concernant la gestion des eaux d'extinction lors de l'incendie du transformateur principal du réacteur 1, l'ASN a réalisé sur site un exercice simulant un déversement de substances dangereuses. Cette inspection a permis de mettre en évidence des améliorations dans la prévention des écoulements non maîtrisés sur l'installation. Par ailleurs, EDF doit désormais s'attacher à définir les modifications matérielles nécessaires afin d'apporter une plus grande robustesse à la gestion de déversements accidentels cumulés à de fortes précipitations.

En matière d'inspection du travail, l'ASN constate globalement que les exigences de sécurité sont connues et respectées par les intervenants mais que des améliorations doivent être poursuivies dans ce domaine. Les contrôles réalisés par l'ASN ont également mis en évidence des écarts concernant le respect de la durée du travail, les vérifications des installations électriques ou encore la gestion des risques de chute de plain-pied.

Centrale nucléaire de Penly

La centrale nucléaire de Penly, exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Penly, à 15 km au nord-est de Dieppe, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1990 et 1992. Le réacteur 1 constitue l'INB 136, le réacteur 2 l'INB 140.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Penly en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Fin 2021, EDF a détecté des fissures liées à de la corrosion sous contrainte, sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire du réacteur 1. Ce sujet va conduire à un programme de contrôle et à des réparations d'ampleur en 2022.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que la rigueur d'exploitation s'est dégradée en 2021. Plusieurs événements notables, en lien avec les activités de conduite, ont notamment été constatés. Une plus grande attention devra ainsi être portée à la préparation des activités de conduite afin de renforcer leur bonne appropriation par les agents en charge de les réaliser. L'ASN considère également que l'exploitant devra veiller à maintenir la sérénité en salle de commande en toutes circonstances.

Concernant la réalisation des opérations de maintenance, l'ASN considère qu'une plus grande rigueur est attendue dans la gestion des dossiers d'intervention et que des améliorations sont à poursuivre concernant la surveillance des prestataires. Par ailleurs, des difficultés récurrentes sont rencontrées concernant la caractérisation des écarts et leur suivi dans la durée. Enfin, l'ASN a constaté à plusieurs reprises, lors d'inspections, des défaillances dans les bilans de synthèse des contrôles sur des ESPN. L'exploitant devra être vigilant quant à la qualité des dossiers transmis à l'ASN avant leur remise en service.

En ce qui concerne l'arrêt pour simple rechargement en combustible du réacteur 2, les opérations de maintenance ont été globalement maîtrisées. En revanche, le début de l'arrêt pour la visite décennale du réacteur 1 a été marqué par une fuite sur le circuit primaire principal survenue à la suite de la rupture d'un indicateur de débit lors d'une activité de contrôle d'étanchéité de vannes. L'ASN a diligenté une inspection réactive qui a permis de constater une préparation défaillante et un manque de rigueur dans l'élaboration des analyses des risques de l'intervention.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que le site doit poursuivre les actions engagées afin de corriger les écarts observés ces dernières années. L'ASN constate des anomalies récurrentes concernant la préparation des activités en zone contrôlée et la culture de radioprotection des intervenants. L'exploitant devra notamment s'attacher à revoir les modalités d'accueil et de sensibilisation des intervenants extérieurs. Par ailleurs, l'ASN considère qu'une vigilance particulière devra être portée à la maîtrise du risque de contamination.

Concernant la protection de l'environnement, les améliorations déployées par l'exploitant sont à conforter. En particulier, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Penly a obtenu des résultats satisfaisants en matière de surveillance et de gestion des déchets. EDF devra toutefois poursuivre et finaliser son plan d'action en vue de diminuer notablement ses émissions de gaz à effet de serre (SF_6) utilisé pour l'isolation des lignes électriques.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que l'exploitant doit s'améliorer concernant la gestion de la conformité des installations électriques et la préparation des activités. Par ailleurs, l'ASN a constaté une augmentation de l'accidentologie au second semestre de l'année, et sera vigilante à l'évolution de la situation et aux mesures prises par l'exploitant.

Chantier de construction du réacteur EPR – Flamanville 3

Après délivrance du décret d'autorisation de création n° 2007-534 du 10 avril 2007 et du permis de construire, le réacteur EPR de Flamanville 3 est en construction depuis septembre 2007.

L'ASN a autorisé le 8 octobre 2020 la mise en service partielle du réacteur EPR de Flamanville pour l'arrivée de combustible nucléaire dans le périmètre du réacteur et la réalisation d'essais particuliers de fonctionnement de l'installation nécessitant la mise en œuvre de gaz radioactifs. Entre le 26 octobre 2020 et le 24 juin 2021, l'ensemble des assemblages de combustible ont été livrés pour être entreposés au sein de la piscine du bâtiment combustible. L'ASN a mené une inspection en 2021 sur les conditions d'entreposage de ces assemblages et les considère satisfaisantes.

Au premier semestre 2021, l'ASN a contrôlé la première mise en œuvre de gaz radioactifs au sein de l'installation. Cette inspection a montré la bonne préparation de l'essai concerné et le respect des conditions de l'autorisation accordée par l'ASN pour l'utilisation de ces gaz radio-traceurs. La préparation à la phase de requalification d'ensemble, qu'EDF prévoit de réaliser après la réparation des circuits secondaires principaux (CSP), a également été contrôlée. L'ASN considère qu'elle est, à ce stade, conduite dans des conditions satisfaisantes.

Par ailleurs, l'ASN a poursuivi le contrôle de la revue de la qualité des matériels qui avait été demandée en 2018, du fait de lacunes importantes constatées dans la surveillance exercée par EDF sur ses prestataires. L'ASN s'est assurée en 2021, lors de réunions périodiques, de l'établissement d'un programme de contrôles complémentaires et de sa mise en œuvre. L'ASN a également réalisé deux inspections à ce sujet, qui ont permis de constater que les conditions de réalisation de ces contrôles apparaissaient globalement bonnes. Néanmoins, EDF doit encore apporter des justifications complémentaires sur la suffisance du programme réalisé. L'ASN examinera en 2022 le bilan de cette revue et les conclusions qu'en tire EDF.

En 2020, de nombreux systèmes, structures et composants ont été placés en arrêt durant les travaux réalisés sur les CSP. Après un examen de la doctrine de conservation définie par EDF, l'ASN a mené en 2021 plusieurs inspections visant à contrôler sa mise en œuvre. Ces inspections ont permis de souligner la qualité du pilotage et les actions menées pour surveiller les gestes de conservation. Cependant, EDF a parfois été amenée à apporter des aménagements aux stratégies définies initialement. Les inspections n'ont pas mis en évidence d'écarts liés à ces adaptations, mais EDF devra apporter un soin accru aux contrôles de sortie de conservation.

L'ASN a également poursuivi son contrôle des réparations des soudures des CSP à travers deux campagnes d'inspections sur le terrain et une inspection spécifique d'EDF, de quatre inspections du fabricant Framatome et de trois inspections de l'organisme notifié mandaté par l'ASN pour le suivi de ces activités. L'ASN considère que les différents intervenants ont mis en œuvre une organisation et une surveillance des activités qui permettent d'apporter une confiance dans l'atteinte d'un haut niveau de qualité de réalisation de ces soudures. L'ASN poursuivra le contrôle de ces activités de soudage en 2022 et sera vigilante à l'adéquation des ressources et de l'organisation pour la réalisation d'un volume plus important de réparations en parallèle.

Un travail important reste à mener en matière de travaux et d'instruction, avant la mise en service du réacteur (voir chapitre 10), et de préparation de la future exploitation de l'installation. Sur ce dernier point, une mission de suivi des suggestions et recommandations émises lors d'une mission internationale d'audit OSART (*Operational Safety Review Team*) menée par des experts de l'AIEA en 2019 a été réalisée fin 2021. L'ASN suivra les actions mises en œuvre par le site consécutives à cette revue.

En matière d'inspection du travail, outre le contrôle du respect par les entreprises intervenant sur le chantier des dispositions relatives au droit du travail, l'ASN a notamment contrôlé les mesures engagées par l'exploitant à la suite de la survenue de plusieurs accidents du travail. L'ASN note que l'organisation de la sécurité progresse et qu'elle parait globalement adaptée au regard de la réglementation. Toutefois, compte tenu des nombreux signaux faibles, l'ASN sera vigilante en 2022 au respect des règles de sécurité dans le cadre des transferts des équipements et des locaux vers le futur exploitant.

Centre de stockage de la Manche

Mis en service en 1969, le centre de stockage de la Manche (CSM) fut le premier centre de stockage de déchets radioactifs exploité en France. 527 225 m³ de colis de déchets y sont stockés. Les derniers colis de déchets ont été pris en charge par ce centre en juillet 1994. Le CSM est réglementairement en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne. Une décision de l'ASN précisera la date de fermeture du stockage (passage en phase de surveillance), ainsi que la durée minimale de la phase de surveillance.

L'instruction du dossier d'orientations de réexamen périodique avait abouti à des demandes particulières de l'ASN fin 2017, portant notamment sur la justification des principes techniques de mise en œuvre de la couverture pérenne, le dispositif mémoriel et la mise à jour de l'étude d'impact. Dans ce cadre, l'ASN instruit actuellement le rapport de réexamen périodique du CSM transmis par l'Andra en 2019. En 2021, l'ASN a réalisé une inspection spécifique sur ce sujet et relève que le processus de réexamen a été conduit de façon satisfaisante par l'exploitant, au regard de l'organisation mise en place, de

la méthodologie utilisée, des moyens alloués aux différentes études et de la qualité des documents transmis à l'ASN. Toutefois, des points de vigilance sont notés, concernant la nécessité de finaliser la qualification technique d'une géomembrane de rechange en cas de nécessité de réparations ponctuelles, la formalisation du contrôle de second niveau des documents et le niveau de précision du plan d'action de suivi du réexamen.

Concernant l'exploitation des installations, l'ASN considère que les dispositions prises par l'exploitant pour garantir la surveillance de l'environnement ont été satisfaisantes. L'exploitant devra toutefois veiller à améliorer la rigueur lors de la réalisation des opérations de maintenance de ses réseaux.

Grand accélérateur national d'ions lourds

Le groupement d'intérêt économique Ganil a été autorisé en 1980 à créer un accélérateur d'ions à Caen (INB 113). Cette installation de recherche produit, accélère et distribue dans des salles d'expérience des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Les faisceaux de forte énergie produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'irradiation constitue donc le risque principal du Ganil.

Les « noyaux exotiques » sont des noyaux qui n'existent pas à l'état naturel sur Terre. Ils sont créés artificiellement dans le Ganil pour des expériences de physique nucléaire sur les origines et la structure de la matière. Afin de produire ces noyaux exotiques, le Ganil a été autorisé en 2012 à construire la phase 1 du projet SPIRAL2, dont la mise en service a été autorisée par l'ASN en 2019.

L'année 2021 a été marquée par le dépôt du rapport du deuxième réexamen périodique de sûreté de l'installation. Une demande de modification substantielle de l'installation a également été déposée et est actuellement en cours d'instruction. Il s'agit de l'implantation de l'installation DESIR (Désintégration, excitation et stockage d'ions radioactifs), dont l'objectif principal est la création de nouveaux espaces d'expérimentation sur la base de faisceaux d'ions radioactifs issus des installations SPIRAL1 et S3 (aire expérimentale de l'installation SPIRAL2 phase 1). Ce projet s'accompagne d'une modification du périmètre de l'INB.

En 2021, l'ASN considère que les performances du Ganil concernant la mise en œuvre des contrôles et essais périodiques, la maîtrise du vieillissement et la lutte contre l'incendie sont satisfaisantes. L'ASN considère par ailleurs que l'exploitant a mené des actions d'amélioration, encore à consolider, concernant sa gestion documentaire, notamment dans le cadre de la mise à jour de son référentiel de sûreté. Il est cependant toujours attendu des améliorations sur la complétude des analyses transmises à l'appui de ses différentes demandes.

SITE DE LA HAGUE

L'établissement Orano de La Hague est implanté sur la pointe nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche (50), à 20 km à l'ouest de Cherbourg et à 6 km du cap de La Hague. Le site se trouve à une quinzaine de kilomètres des îles anglo-normandes.

LES USINES DE RETRAITEMENT ORANO RECYCLAGE DE LA HAGUE EN FONCTIONNEMENT

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Recyclage La Hague.

La mise en service des différents ateliers des usines de traitement des combustibles et conditionnement des déchets UP3-A (INB 116) et UP2-800 (INB 117) et de la Station de traitement des effluents STE3 (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages de combustibles usés) à 2002 (Atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les décrets du 10 janvier 2003 fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1000 tonnes par an, comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages de combustible avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN n° 2015-DC-0535 et n° 2015-DC-0536 du 22 décembre 2015.

Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisaillage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour refroidissement.

Ils sont ensuite cisaillés et dissous dans l'acide nitrique, afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolveur, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée, afin d'en extraire l'uranium et le plutonium et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$. Il est destiné à être converti, dans l'installation TU5 du site du Tricastin, en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Le plutonium est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

Les installations de La Hague

LES INSTALLATIONS ARRÊTÉES, EN DÉMANTÈLEMENT

INB 80 • Atelier haute activité oxyde (HAO) :

- **HAO/Nord** : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés,
- **HAO/Sud** : atelier de cisaillage et de dissolution des éléments combustibles usés ;

INB 33 • Usine UP2-400, première unité de retraitement :

- **HA/DE** : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium des produits de fission,
- **HAPF/SPF (1 à 3)** : atelier de concentration et d'entreposage des produits de fission,
- **MAU** : atelier de séparation de l'uranium et du plutonium, de purification et d'entreposage de l'uranium sous forme de nitrate d'uranyle,
- **MAPu** : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- **LCC** : laboratoire central de contrôle qualité des produits,
- **ACR** : atelier de conditionnement des résines ;

INB 38 • Installation STE2, collecte, traitement des effluents et entreposage des boues de précipitation et atelier AT1, installation prototype en cours de démantèlement ;

INB 47 • Atelier ELAN IIB, installation de recherche en cours de démantèlement.

LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

INB 116 • Usine UP3-A :

- **T0** : atelier de déchargement à sec des éléments combustibles usés,
- **Piscines D et E** : piscines d'entreposage des éléments combustibles usés,
- **T1** : atelier de cisaillage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues,
- **T2** : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, et de concentration/entreposage des solutions de produits de fission,
- **T3/T5** : ateliers de purification et d'entreposage du nitrate d'uranyle,
- **T4** : atelier de purification, de conversion en oxyde et de conditionnement du plutonium,
- **T7** : atelier de vitrification des produits de fission,
- **BSI** : atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- **BC** : salle de conduite de l'usine, atelier de distribution des réactifs et laboratoires de contrôle de marche du procédé,
- **ACC** : atelier de compactage des coques et embouts,
- **AD2** : atelier de conditionnement des déchets technologiques,
- **ADT** : aire de transit des déchets,
- **EDS** : entreposage de déchets solides,
- **E/D EDS** : atelier de désentreposage/entreposage de déchets solides,
- **ECC** : ateliers d'entreposage et de reprise des déchets technologiques et de structures conditionnés,
- **E/EV Sud-est** : atelier d'entreposage des résidus vitrifiés,
- **E/EV/LH et E/EV/LH 2** : extensions de l'entreposage des résidus vitrifiés ;

INB 117 • Usine UP2-800 :

- **NPH** : atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés en piscine,
- **Piscine C** : piscine d'entreposage des éléments combustibles usés,
- **R1** : atelier de cisaillage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues (incluant l'URP : atelier de redissolution du plutonium),
- **R2** : atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission et de concentration des solutions de produits de fission (incluant l'UCD : unité centralisée de traitement des déchets alpha),
- **SPF (4, 5, 6)** : ateliers d'entreposage des produits de fission,
- **R4** : atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- **BST1** : atelier de deuxième conditionnement et d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- **R7** : atelier de vitrification des produits de fission,
- **AML • AMEC** : ateliers de réception et d'entretien des emballages ;

INB 118 • Installation STE3, collecte, traitement des effluents et entreposage des colis bitumés :

- **E/D EB** : entreposage/désentreposage des déchets alpha,
- **MDS/B** : minéralisation des déchets de solvant.

Faits marquants de l'année 2021

Évaporateurs concentrateurs de produits de fission

Au sein des ateliers R2 et T2, six évaporateurs sont utilisés afin de concentrer les solutions de produits de fission, avant que celles-ci ne soient traitées par vitrification. À l'issue de mesures d'épaisseurs des parois de ces équipements menées dans le cadre des réexamens périodiques des installations à partir de 2012, il a été constaté une corrosion plus avancée que prévue à la conception. L'ASN a donc décidé d'encadrer réglementairement la poursuite du fonctionnement de ces équipements afin que la surveillance de ces évaporateurs soit renforcée et que des moyens supplémentaires permettant de limiter les conséquences d'une éventuelle fuite ou rupture soient installés.

Dans le cadre de cette surveillance particulière, des mesures d'épaisseurs réalisées en septembre 2021 sur l'évaporateur 4120.23 de l'atelier T2 ont montré que le critère opérationnel d'arrêt de l'évaporateur était atteint. Orano a alors pris la décision de ne pas redémarrer cet équipement.

Pour remplacer ces évaporateurs, Orano a construit de nouveaux ateliers, dénommés « nouvelles concentrations de produits de fission » (NCPF) et comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet, particulièrement complexe, a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet de deux décisions de l'ASN en 2021, portant sur le raccordement actif du procédé des trois évaporateurs de NCPF T2, d'une part, et des trois évaporateurs de NCPF R2, d'autre part.

Entreposages de matières plutonifères

Orano a déposé, en septembre 2021, une demande d'autorisation de modification notable visant à augmenter ses capacités d'entreposage de matières plutonifères au sein de l'atelier BST1. Cette demande s'inscrit dans le cadre de la démarche plus globale menée par Orano pour faire face au phénomène de saturation des capacités d'entreposage de ces matières, en lien avec les difficultés de fonctionnement rencontrées par l'usine Melox. Cette problématique a donné lieu à une audition spécifique d'Orano par le collège de l'ASN le 28 septembre 2021 et a été également examinée lors de l'audition conjointe d'Orano et d'EDF relative à l'équilibre du « cycle du combustible nucléaire » le 10 février 2022.

Non-respect des délais de substitution du halon pour certains dispositifs de lutte contre l'incendie

En fin d'année 2020, Orano a informé l'ASN que l'échéance du 31 décembre 2020, fixée par le règlement européen encadrant l'utilisation des substances appauvrissant la couche d'ozone, ne pourrait pas être respectée pour la déconnexion du système d'extinction incendie au halon de l'atelier AD2, en raison de difficultés contractuelles et techniques dans la recherche d'une solution de substitution par un autre agent extincteur. L'ASN a diligenté une inspection le 27 janvier 2021 afin d'examiner les options industrielles retenues par l'exploitant pour assurer la conformité à la réglementation et les étapes de la gestion de projet depuis la parution du règlement. L'inspection a permis de constater le maintien en service des équipements de protection contre l'incendie au halon 1301 de l'atelier AD2. Elle a aussi révélé des insuffisances dans les méthodes de détection de fuites déployées sur ces systèmes.

Au vu de ces éléments, l'ASN a décidé d'encadrer les délais de modification du système d'extinction de l'atelier AD2 par une mise en demeure en date du 22 avril 2021.

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, les opérations de retraitement décrites au paragraphe précédent mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides, ainsi que des déchets solides.

Les déchets solides sont conditionnés sur le site, soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au CSA ou entreposés sur le site Orano Recyclage de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C).

Conformément à l'article L. 542-2 du code de l'environnement, les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système EXPER, a été approuvé par arrêté du 2 octobre 2008 du ministre chargé de l'énergie.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisaillage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduaires, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Cet émissaire, comme les autres émissaires du site, sont soumis à des limites de rejets. Les autres effluents sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (matrice solide de verre ou de bitume).

LES OPÉRATIONS DE MISE À L'ARRÊT DÉFINITIF ET DÉMANTÈLEMENT DE CERTAINES INSTALLATIONS

L'ancienne usine de traitement des combustibles irradiés UP2-400 (INB 33) a été mise en service en 1966 et est arrêtée définitivement depuis le 1er janvier 2004.

L'arrêt définitif concerne également trois INB associées à l'usine UP2-400 : l'INB 38 (qui regroupe la station de traitement des effluents et des déchets solides n° 2 – STE2 et l'atelier de traitement des combustibles nucléaires oxyde n° 1 – AT1), l'INB 47 (atelier de fabrication de sources radioactives – ELAN IIB) et l'INB 80 (atelier HAO).

Orano a transmis en avril 2018 deux demandes d'autorisation de démantèlement partiel des INB 33 et 38. Les reports demandés par l'exploitant conduisent à des échéances de fin de démantèlement en 2046 et 2043, au lieu de la date de 2035 actuellement prescrite pour les deux INB. À la suite des compléments apportés au dossier par Orano concernant, d'une part, la suppression des interactions en cas de séisme entre l'atelier MAPu et l'atelier BST1 ; d'autre part, le mémoire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale, l'enquête publique s'est déroulée du 20 octobre au 20 novembre 2020. À l'issue de celle-ci, la commission d'enquête a émis un avis favorable. En 2021, l'ASN a poursuivi l'instruction de ces dossiers et demeure particulièrement vigilante sur la justification des différentes étapes du démantèlement ainsi qu'à la réévaluation du niveau de sûreté des installations maintenues en l'état.

L'ASN note que les reports d'échéances demandés sont significatifs et dus en grande partie aux retards pris dans la reprise et le conditionnement des déchets anciens (RCD). De ce fait, l'ASN poursuivra en 2022 sa démarche de contrôle de la gestion de ces projets.

LES OPÉRATIONS DE REPRISE ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne, que produisent les nouvelles usines UP2-800 et UP3-A de La Hague, la majeure partie des déchets produits par la première usine UP2-400 a été entreposée en vrac, sans conditionnement définitif. Les opérations de reprise de ces déchets sont complexes et nécessitent la mise en œuvre de moyens importants. Elles présentent des enjeux de sûreté et de radioprotection majeurs, que l'ASN contrôle particulièrement.

La reprise des déchets contenus dans les entreposages anciens du site de La Hague constitue, en outre, un préalable aux opérations de démantèlement et d'assainissement de ces entreposages.

Reprise et conditionnement des boues de STE2

La station STE2 d'UP2-400 servait à collecter les effluents de l'usine UP2-400, à les traiter et à entreposer les boues de précipitation issues du traitement. Les boues de STE2 sont ainsi les précipités qui fixent l'activité radiologique contenue dans les effluents ; elles sont entreposées dans sept silos. Une partie des boues a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans l'atelier STE3. À la suite de l'interdiction du bitumage par l'ASN en 2008, Orano a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées ou entreposées.

Le scénario concernant la reprise et le conditionnement des boues de STE2 présenté en 2010 était découpé en trois étapes :
- reprise des boues entreposées dans des silos de STE2 (INB 38) ;
- transfert et traitement, initialement envisagé par séchage et compactage, dans STE3 (INB 118) ;
- conditionnement des pastilles obtenues en colis « C5 », en vue du stockage en couche géologique profonde.

L'ASN a autorisé la première phase de travaux pour la reprise des boues de STE2 en 2015. Le décret d'autorisation de création de la station de traitement des effluents STE3 a été modifié par décret du 29 janvier 2016, afin de permettre l'implantation du procédé de traitement des boues de STE2.

Fin 2017, Orano Recyclage a cependant informé l'ASN que le procédé retenu pour le traitement des boues dans STE3 pouvait entraîner des difficultés pour l'exploitation et la maintenance des équipements. Orano a proposé un scénario alternatif par centrifugation et a transmis en août 2019 un dossier d'options de sûreté, qui repose cependant sur des hypothèses encore trop peu étayées.

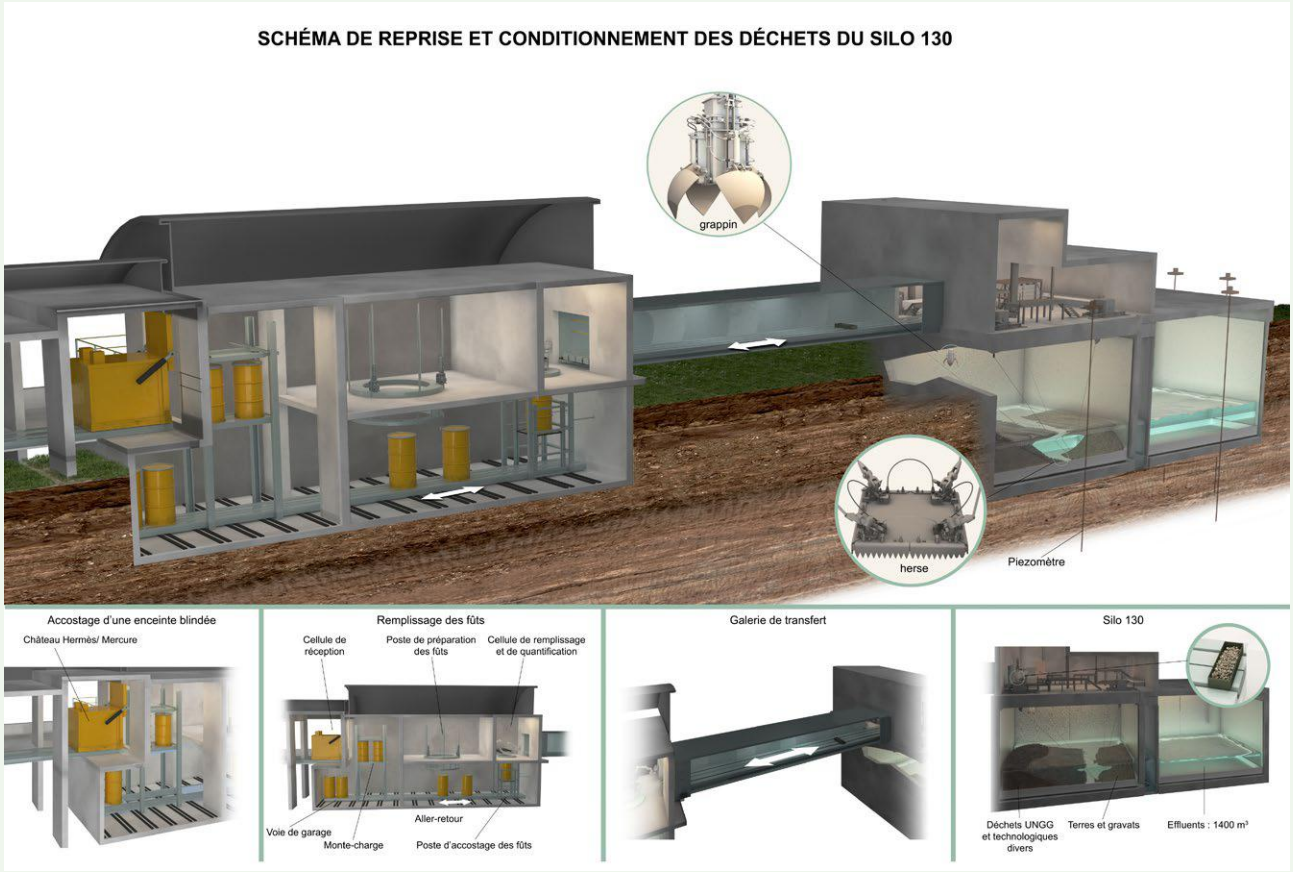
Une inspection réalisée fin 2019 a confirmé que le projet n'était pas suffisamment mûr pour que l'ASN puisse donner un avis sur ce DOS. En juillet 2020, Orano a transmis à l'ASN une mise à jour du DOS. Ce dossier est en cours d'instruction.

À ce stade, les échanges techniques menés avec Orano mettent en évidence la nécessité d'approfondir les études relatives aux procédés de traitement et de conditionnement des boues, ainsi que la possibilité d'un entreposage intermédiaire dans des conditions de sûreté satisfaisantes, permettant de dissocier la reprise et la mise en sûreté de ces boues, de leur conditionnement définitif.

Silo 130

Le silo 130 est un entreposage enterré en béton armé, muni d'un cuvelage en acier noir utilisé pour l'entreposage à sec de déchets solides issus du traitement des combustibles des réacteurs uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), ainsi que de déchets technologiques et de terres et gravats contaminés. Le silo a reçu des déchets de ce type à partir de 1973, jusqu'à son incendie en 1981, qui a contraint l'exploitant à noyer ces déchets. L'étanchéité du silo ainsi rempli d'eau n'est aujourd'hui assurée qu'au moyen d'une unique barrière de confinement, constituée d'une « peau » en acier. Par ailleurs, la structure du génie civil du silo 130 est aujourd'hui fragilisée par le vieillissement et par l'incendie survenu en 1981. L'eau est en contact direct avec les déchets et peut contribuer à la corrosion du cuvelage en acier noir, qui est aujourd'hui l'unique barrière de confinement.

Un des risques majeurs de cette installation concerne la dispersion des substances radioactives dans l'environnement (infiltration de l'eau contaminée dans la nappe phréatique). L'étanchéité du silo 130 est notamment surveillée par un réseau de piézomètres situés à proximité.



Un autre facteur pouvant compromettre la sûreté du silo 130 est lié à la nature des substances présentes dans les déchets, comme le magnésium, qui est pyrophorique. L'hydrogène, gaz hautement inflammable, peut aussi être produit par des phénomènes de radiolyse ou de corrosion (présence d'eau). Ces éléments contribuent aux risques d'incendie et d'explosion.

Le scénario de RCD comporte quatre étapes :
- reprise et conditionnement des déchets UNGG solides ;
- reprise des effluents liquides ;
- reprise et conditionnement des déchets UNGG résiduels et des boues de fond de silo ;
- reprise et conditionnement des terres et gravats.

Orano a construit une cellule de reprise au-dessus de la fosse contenant les déchets et un nouveau bâtiment dédié aux opérations de tri et de conditionnement. En 2021, les différents travaux menés sur le silo 130 ont permis la reprise d'une vingtaine de fûts de déchets. Ces opérations ont été menées dans un premier temps en fonctionnement manuel, puis en mode semi-automatique. Compte tenu de différents aléas techniques rencontrés, l'étape de la mise en service industrielle avec reprise des déchets en mode automatique n'a pas pu être franchie en 2021. Cette étape est envisagée par Orano en début d'année 2022.

Silo HAO et stockage organisé des coques

L'atelier HAO (INB 80) assurait les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés : réception, entreposage, puis cisaillage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement.

L'INB 80 est composée de :
- HAO Nord, lieu de déchargement et d'entreposage des combustibles usés ;
- HAO Sud, où étaient effectuées les opérations de cisaillage et dissolution ;
- le bâtiment « filtration », qui comporte le système de filtration de la piscine de HAO Sud ;
- le silo HAO, dans lequel sont entreposés des coques et embouts (morceaux de gaine et embouts de combustible) en vrac, des fines provenant essentiellement du cisaillage, des résines et des déchets technologiques issus de l'exploitation de l'atelier HAO entre 1976 et 1997 ;
- le stockage organisé des coques, composé de trois piscines dans lesquelles sont entreposés des fûts contenant coques et embouts.

En 2021, Orano a poursuivi les opérations préalables à la reprise des déchets du silo HAO (notamment l'aménagement de la future cellule de reprise des déchets) et les essais importants pour la sûreté débutés en 2019. À l'issue de l'analyse approfondie des points durs identifiés lors des essais fonctionnels, menée au début de l'année 2021, Orano a apporté des améliorations dans son organisation et engagé des modifications matérielles importantes. La mise en œuvre de ces modifications engendre un report conséquent de la date prévisionnelle de reprise des déchets.

Appréciation du site de La Hague

En 2021, l'ASN considère que les performances de l'établissement Orano Recyclage La Hague sont satisfaisantes pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement.

En matière de sûreté nucléaire, Orano doit s'attacher à poursuivre les améliorations engagées dans la formalisation des habilitations des opérateurs et le gréement des équipes de conduite. Une attention particulière devra également être portée à la formation et à la désignation des opérateurs assurant les fonctions de groupe local d'intervention et à la rigueur dans la traçabilité des différents registres de suivi d'exploitation.

L'ASN estime que l'exploitant a amélioré ses supports pour la surveillance des prestataires mais qu'il doit désormais s'attacher à renforcer la rigueur dans le renseignement de ces différents documents. Il apparaît également nécessaire de mener une réflexion, au niveau du site, sur la précision de la définition des points d'arrêts de surveillance lors des opérations réalisées par des intervenants extérieurs et sur la rigueur de leur validation. L'exploitant devra également être vigilant au bon gréement des équipes de certains ateliers placés sous la responsabilité d'opérateurs industriels, tel que le laboratoire amiante, afin de ne pas induire de retard dans les opérations de démantèlement et de reprise des déchets anciens.

L'ASN considère par ailleurs que l'exploitant a mis en œuvre de manière satisfaisante les travaux attendus en matière de renforcement de la détection et de la protection contre l'incendie. Orano a également adapté les moyens humains mis à disposition lors des exercices inopinés de lutte contre l'incendie réalisés par l'ASN. L'exploitant devra toutefois être vigilant quant à la rigueur dans la gestion des permis de feu, des charges calorifiques et des moyens de lutte spécifiques aux chantiers.

L'ASN considère qu'Orano doit renforcer ses démarches d'anticipation pour la gestion des capacités de certains entreposages, tels ceux de matières plutonifères, afin de définir des aménagements et solutions d'entreposage présentant un haut niveau de sûreté.

L'ASN estime enfin que l'exploitant devra apporter plus de rigueur lors de la collecte des résultats des investigations liées aux phénomènes de corrosion sur les évaporateurs concentrateurs de produits de fission, et veiller à conserver une attitude interrogative lors de l'exploitation des résultats.

En matière de radioprotection, l'année 2021 a été marquée par la poursuite de la mise en œuvre de la nouvelle organisation en matière de radioprotection. L'ASN relève que l'organisation du site de La Hague et les résultats obtenus sont satisfaisants, notamment en ce qui concerne le respect des évaluations dosimétriques prévisionnelles du site et la maîtrise des niveaux d'exposition. Cependant, l'ASN considère qu'Orano doit améliorer sa rigueur en matière de traçabilité des sources radioactives et de pilotage des prestataires chargés des contrôles techniques réglementaires.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN a réalisé en juin 2021 une inspection renforcée des dispositions retenues et mises en œuvre par l'exploitant pour prévenir et maîtriser les nuisances et l'impact sur l'environnement de l'activité du site. Cette inspection a mis en évidence une maîtrise satisfaisante des rejets d'effluents liquides et gazeux, ainsi que plusieurs améliorations récentes relatives à la maîtrise des risques dans les entreposages de produits chimiques et aux procédures opérationnelles de gestion d'une pollution accidentelle sur l'installation. Orano devra cependant être vigilant quant à la conformité des équipements et installations présentant un risque pour la protection de l'environnement, notamment l'identification des exigences afférentes et la bonne réalisation des contrôles associés.

Concernant la conduite des projets de démantèlement et de reprise et de conditionnement des déchets anciens, des avancées ont été réalisées en 2021, Orano a notamment mis progressivement en œuvre, à partir de début 2021, des améliorations structurantes de l'organisation et de la gestion des projets, telles la mise en place d'un outil collaboratif permettant de disposer de l'ensemble des éléments relatifs au pilotage des projets de démantèlement sous un format numérique ou le recours aux grilles de maturité pour les différentes étapes des projets. Ces améliorations, favorables à une plus grande robustesse, restent cependant à généraliser et à consolider.

L'ASN constate cependant que plusieurs projets de reprise et conditionnement des déchets anciens rencontrent des difficultés conduisant à de nouveaux retards (voir L'observatoire des projets de RCD – chapitre 13).

L'ASN considère qu'Orano doit veiller à garantir des prises de décision de la gouvernance sur la base d'hypothèses solidement argumentées et formalisées. Il doit également anticiper la définition de solutions alternatives en cas d'incertitudes dans la mise en œuvre des projets.



Région Nouvelle-Aquitaine

La division de Bordeaux contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région Nouvelle-Aquitaine.

En 2021, l'ASN a réalisé 143 inspections dans la région Nouvelle-Aquitaine, dont 60 dans les centrales nucléaires du Blayais et de Civaux, 66 dans les installations nucléaires de proximité, 7 dans le domaine du transport de substances radioactives et 10 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

L'ASN a, par ailleurs, réalisé 13 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire du Blayais et 15,5 à la centrale nucléaire de Civaux.

Au cours de l'année 2021, 9 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des centrales nucléaires de Nouvelle-Aquitaine. Dans les activités nucléaires de proximité, 5 événements significatifs pour la radioprotection classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN.

Centrale nucléaire du Blayais

La centrale nucléaire du Blayais est exploitée par EDF dans le département de la Gironde, à 50 km au nord de Bordeaux. Cette centrale est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 86, les réacteurs 3 et 4 l'INB 110.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Blayais en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. Toutefois, malgré cette évaluation, l'ASN considère que des actions d'amélioration sont nécessaires pour pallier une dégradation du niveau de performance actuel en matière de sûreté nucléaire.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, les performances de la centrale du Blayais ont été inégales au cours de l'année 2021. Dans le domaine de la conduite des réacteurs, le déploiement d'un plan d'action pour améliorer la qualité d'exploitation et la supervision des activités en salle de commande, dans la première moitié de l'année, s'est accompagné de performances satisfaisantes. Toutefois, une baisse des performances pendant l'été et en fin d'année 2021 s'est traduite par la déclaration de nombreux événements significatifs. L'ASN considère que des actions en matière d'organisation et de répartition des rôles en salle de commande sont nécessaires. L'ASN constate également la persistance de défauts dans la qualité de la documentation opérationnelle pour la préparation et la réalisation des activités. En revanche, dans le domaine de la maintenance, l'ASN note une bonne maîtrise des activités menées à l'occasion des arrêts de réacteur, ainsi qu'un traitement adapté des anomalies rencontrées.

Dans le domaine de la radioprotection des travailleurs, une inspection renforcée dans ce domaine en 2021 a mis en évidence que des améliorations étaient nécessaires. L'ASN considère que les performances ont progressé par rapport à l'année 2020 et souligne le déploiement d'un plan d'action ambitieux dans ce domaine. Toutefois, l'ASN constate encore en inspection de nombreux écarts dans la prise en compte de ce risque sur les installations, témoignant d'un défaut de culture de radioprotection de la part de certains intervenants. La poursuite des actions de surveillance, de formation et d'information est donc nécessaire sur ce sujet. Enfin, l'ASN relève qu'un certain nombre d'événements détectés auraient dû faire l'objet d'une déclaration et d'une analyse plus approfondie pour éviter leur renouvellement.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN juge que la situation présente une amélioration significative sur différents sujets relevés depuis plusieurs années, tels que le traitement de pollutions anciennes des sols et des nappes souterraines captives du site ou le renforcement de l'étanchéité des canalisations de rejets liquides en Gironde. Toutefois, l'ASN relève que des investigations restent nécessaires pour caractériser l'origine précise des pollutions liquides de tritium, et que des actions de dépollution doivent être poursuivies en 2022. Elle constate, par ailleurs, que des travaux restent à mener pour garantir le confinement en toute circonstance des déversements liquides accidentels sur le site. L'ASN souligne favorablement la transparence de l'exploitant sur ces sujets et sa mobilisation en 2021 pour procéder à l'évacuation de déchets en attente depuis de nombreuses années.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats en matière de sécurité des travailleurs sont en dégradation. L'ASN a constaté des situations à risque pour les travailleurs concernant le travail en hauteur, ainsi que la survenue d'événements affectant la sécurité, en lien avec les outillages électroportatifs. L'ASN a toutefois noté positivement la mise en place de revues de sécurisation des chantiers. Le 1er octobre dernier, la division de Bordeaux et les directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités de Nouvelle-Aquitaine et d'Occitanie ont réuni, durant une demi-journée, les employeurs, donneurs d'ordre et salariés d'entreprises exécutant des travaux susceptibles de provoquer l'émission de fibres d'amiante pour les sensibiliser à la prévention de ce risque.

Centrale nucléaire de Civaux

La centrale nucléaire de Civaux est exploitée par EDF dans le département de la Vienne, à 30 km au sud de Poitiers, en région Nouvelle-Aquitaine. Elle comprend deux REP d'une puissance de 1 450 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 158, le réacteur 2 l'INB 159. Ce site dispose d'une des bases régionales de la FARN, créée en 2011 par EDF, à la suite de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Civaux en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de protection de l'environnement rejoignent cette appréciation générale. Fin 2021, EDF a détecté des fissures liées à de la corrosion sous contrainte, sur des circuits raccordés aux tuyauteries principales du circuit primaire des deux réacteurs. Ce sujet va conduire à un programme de contrôle et à des réparations d'ampleur en 2022.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Civaux sont restées stables en 2021. L'ASN considère que les opérations de conduite des réacteurs sont globalement menées avec rigueur et que la centrale nucléaire est en capacité de prévenir, de détecter et de corriger des actions d'exploitation inappropriées. Toutefois, l'ASN considère que l'exploitant doit renforcer sa maîtrise du système de traitement et de réfrigération des eaux des piscines d'entreposage du combustible et des piscines du réacteur, qui a fait l'objet de plusieurs déclarations d'événements significatifs pour la sûreté en 2021.

En matière de maintenance, l'ASN considère que l'exploitant a globalement maîtrisé la réalisation des activités prévues au cours de l'arrêt pour maintenance et rechargement en combustible du réacteur 2 et que sa gestion des aléas rencontrés a été satisfaisante. Toutefois, les opérations de maintenance sur les générateurs de secours ont engendré un retard significatif sur le programme d'activités, leur maîtrise devra être renforcée. L'ASN estime nécessaire que ces performances soient maintenues en 2022, dans la perspective de la deuxième visite décennale des deux réacteurs.

En matière de radioprotection, l'ASN considère que la propreté radiologique des locaux constitue un point fort de la centrale nucléaire de Civaux. L'ASN a mené en 2021 une inspection renforcée en radioprotection qui a conclu à une situation satisfaisante pour la limitation de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants, excepté dans le domaine des tirs radiographiques. Néanmoins, en 2021, des défauts de purification du circuit primaire lors de la mise à l'arrêt du réacteur 2 ont eu un impact notable sur la dosimétrie collective reçue par les travailleurs.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Civaux a correctement géré les déchets radioactifs et effluents radiologiques en 2021.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - la centrale nucléaire du Blayais (4 réacteurs de 900 MWe),
  - la centrale nucléaire de Civaux (2 réacteurs de 1 450 MWe) ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 19 services de radiothérapie externe,
  - 6 services de curiethérapie,
  - 24 services de médecine nucléaire,
  - 85 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 116 scanners,
  - environ 6 000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - environ 700 établissements industriels et de recherche, dont 55 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
  - 1 accélérateur de particules de type cyclotron,
  - 55 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
  - environ 500 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 4 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
  - 14 organismes pour la mesure du radon,
  - 6 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement.

L'exploitant a défini une solution pérenne pour prévenir les écoulements et la dispersion non prévue dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses. Néanmoins, les travaux de construction d'un bassin de confinement ultime restent à mener pour garantir le confinement sur le site des déversements accidentels d'effluents liquides ou d'eaux d'extinction d'un éventuel incendie cumulés à une forte pluie.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats en matière de sécurité des travailleurs sont en amélioration et a relevé positivement la mise en place de revues de sécurisation des chantiers ainsi qu'un bon niveau de préparation des activités. Toutefois, l'ASN a constaté des défauts récurrents dans la maîtrise du risque lié à l'amiante, qui se sont traduits par des expositions accidentelles en 2021. L'ASN note plusieurs événements relatifs à la sécurité des travailleurs en lien avec des outillages électroportatifs ainsi que des situations à risque pour les intervenants concernant le travail en hauteur et le risque électrique. L'ASN considère que le suivi réglementaire des installations électriques des bâtiments industriels et tertiaires du site doit être amélioré.



Région Occitanie

Les divisions de Bordeaux et Marseille contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 13 départements de la région Occitanie.

En 2021, l'ASN a réalisé 125 inspections dans la région Occitanie, dont 52 dans les INB, 62 dans le nucléaire de proximité, 6 dans le domaine du transport de substances radioactives et 5 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé 14 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire de Golfech.

Au cours de l'année 2021, 4 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires d'Occitanie. Dans le domaine du nucléaire de proximité, 4 événements significatifs pour la radioprotection classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN (3 dans le domaine industriel et 1 dans le domaine médical).

Centrale nucléaire de Golfech

La centrale nucléaire de Golfech, exploitée par EDF, est située dans le département de Tarn-et-Garonne, à 40 km à l'ouest de Montauban. Cette centrale est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe. Le réacteur 1 constitue l'INB 135, le réacteur 2 l'INB 142.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. L'ASN considère que ses performances en matière de protection de l'environnement et de radioprotection rejoignent cette appréciation générale.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que le déploiement du Plan rigueur sûreté, depuis 2019, exprime l'engagement de la Direction à améliorer les performances du site en matière de sûreté nucléaire. Néanmoins, les actions et efforts engagés dans ce cadre ne se traduisent pas encore par des résultats visibles sur les indicateurs de la centrale nucléaire de Golfech. En 2021, l'arrêt pour maintenance et rechargement en combustible du réacteur 2 a mis en évidence des lacunes dans le domaine de la conduite, déjà identifiées les années passées : défauts de compétence, sérénité et organisation insuffisantes en salle de commande. Ces défauts se sont traduits par la déclaration de nombreux événements significatifs pour la sûreté, dont trois classés au niveau 1 de l'échelle INES. En 2022, l'ASN estime que l'exploitant devra améliorer la surveillance des activités en salle de commande, en renforçant la compétence des opérateurs et en définissant le rôle de chacun des acteurs, notamment en ce qui concerne la supervision des activités.

Dans le domaine de la maintenance, les performances de la centrale nucléaire doivent être améliorées, notamment au regard des nombreux événements fortuits induits par la réalisation d'opérations au cours de l'arrêt du réacteur 2, prolongé de quatre mois et demi par rapport au programme initial. Les écarts dans la réalisation d'opérations de maintenance, sur des équipements de robinetterie et des groupes électrogènes de secours notamment, ont révélé des défauts de compétence et de maîtrise des activités. Malgré une amélioration du traitement des écarts détectés sur les matériels en 2021, l'ASN considère que l'exploitant doit intensifier ses efforts dans ce domaine pour en assurer un traitement au niveau attendu.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les efforts accomplis par le site en 2021 ont porté leurs fruits, notamment, au travers d'une amélioration du comportement des intervenants vis-à-vis des règles de radioprotection. L'ASN a constaté le respect des objectifs de dosimétrie collective au cours de l'arrêt du réacteur 2, malgré sa prolongation. Deux inspections renforcées menées en 2021 ont conclu à une situation satisfaisante pour la limitation de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Golfech a obtenu des résultats satisfaisants. Le site de Golfech doit toutefois avancer dans sa stratégie de prévention des écoulements et de la dispersion non prévue dans l'environnement de substances liquides radioactives ou dangereuses, en particulier en ce qui concerne l'étanchéité du bassin de confinement et des vannes d'isolement des rejets liquides du milieu naturel.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que la coordination des risques liés à l'interface entre différentes activités doit être améliorée, ainsi que la qualité des préparations d'activité et des analyses de risques. L'ASN considère que les résultats de sécurité des travailleurs sont en amélioration. Néanmoins, une exposition accidentelle à l'amiante en 2021 montre que ce risque doit être mieux pris en compte, tout comme les situations à risque concernant le travail en hauteur. L'ASN a également constaté des défauts récurrents pour le suivi réglementaire des installations électriques.

PLATEFORME DE MARCOULE

La plateforme nucléaire de Marcoule est située à l'ouest d'Orange, dans le département du Gard. Elle est dédiée, pour ce qui concerne ses six installations civiles, à des activités de recherche relatives à l'aval du « cycle du combustible » et à l'irradiation de matériaux, ainsi qu'à des activités industrielles, notamment concernant la fabrication de combustible MOX, le traitement de déchets radioactifs et l'irradiation de matériaux. La majeure partie du site est en outre constituée d'installations nucléaires de base secrètes (INBS) contrôlées par le ministère de la Défense.

CENTRE DU CEA DE MARCOULE

Créé en 1955, le centre CEA de Marcoule comporte trois installations civiles : les laboratoires Atalante (INB 148), la centrale Phénix (INB 71) et l'installation d'entreposage Diadem (INB 177).

Installation Atalante – *Centre du CEA*

Les Ateliers alpha et laboratoires d'analyses des transuraniens et d'études de retraitement (Atalante – INB 148), créés dans les années 1980, ont pour mission principale de mener des activités de recherche et développement en matière de recyclage des combustibles nucléaires, de gestion des déchets ultimes et d'exploration de nouveaux concepts pour les systèmes nucléaires de quatrième génération. Afin d'étendre ces activités de recherche, des activités et des équipements provenant du Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés (Lefca) du centre CEA de Cadarache y ont été transférés en 2017.

À l'issue de l'analyse du rapport de réexamen de l'installation remis en décembre 2016, l'ASN a mis en consultation publique un projet de décision destiné à encadrer la poursuite de fonctionnement de l'INB. Le plan d'action d'amélioration du CEA dans ce cadre intègre notamment le renforcement de la maîtrise du risque d'incendie.

En juin 2021, l'exploitant a réouvert le laboratoire L6, fermé depuis l'événement, classé au niveau 1 sur l'échelle INES, survenu le 19 décembre 2018, qui avait conduit à l'éclatement d'un flacon contenant un liquide radioactif manipulé dans une boîte à gants, après avoir réalisé les contrôles et essais périodiques suspendus à la suite de l'accident. L'exploitant a ainsi pu réaliser les opérations de neutralisation des réactifs et de reprise des déchets contenus dans la boîte à gants concernée. L'ASN considère que les suites de cet événement ont été gérées de manière satisfaisante.

Par ailleurs, l'ASN avait constaté en 2020 des manquements dans le domaine de la radioprotection, de la gestion des écarts et de la conduite accidentelle, ainsi que pour l'organisation et les moyens de crise. L'ASN considère que des efforts ont été engagés dans le courant de l'année 2021 pour respecter les dispositions réglementaires sur ces sujets.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - la centrale nucléaire de Golfech, (2 réacteurs de 1300 MWe),
  - le centre de recherche du CEA Marcoule, qui inclut les INB civiles Atalante et Phénix, ainsi que le chantier de construction de l'installation d'entreposage de déchets Diadem,
  - l'usine Melox de production de combustible nucléaire « MOX »,
  - l'installation Centraco de traitement de déchets faiblement radioactifs,
  - l'ionisateur industriel Gammatec,
  - l'installation d'entreposage de déchets Écrin sur le site de Malvési ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 14 services de radiothérapie externe,
  - 6 services de curiethérapie,
  - 21 services de médecine nucléaire,
  - 99 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 126 scanners,
  - environ 5 000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - environ 800 établissements industriels et de recherche, dont 4 accélérateurs de particules de type cyclotron, 31 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle et 65 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
  - environ 560 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
  - 6 organismes pour la mesure du radon,
  - 7 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

L'ASN considère que le niveau de sûreté est globalement satisfaisant dans les domaines de la gestion des écarts, de la prise en compte des facteurs organisationnels et humains et du respect des engagements, qui sont suivis et font l'objet d'une bonne traçabilité, avec des actions techniques réalisées et contrôlées. L'ASN maintient une vigilance sur la radioprotection des travailleurs et sur le respect de la réglementation relative à l'utilisation de substances dangereuses.

Appréciation du centre CEA de Marcoule

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des installations civiles du centre CEA de Marcoule est globalement satisfaisant.

En 2021, l'ASN a inspecté la gestion des transports internes, ainsi que les dispositions mises en œuvre pour délivrer des autorisations de modification aux installations nucléaires du centre. La maîtrise des procédures de gestion des modifications et leur application, au sein des INB, est globalement satisfaisante. L'ASN reste néanmoins vigilante à la qualité des contrôles réalisés préalablement aux opérations de transport.

L'ASN a mené en mars 2021 une inspection de revue visant à apprécier la capacité du CEA à décliner, au niveau national et au niveau local, sa nouvelle stratégie en matière de gestion des déchets et de démantèlement. L'ASN a notamment contrôlé les dispositions mises en œuvre par l'exploitant pour mener, selon les engagements pris, les opérations prioritaires de réduction du terme source mobilisable dans les installations en démantèlement.

En matière de protection de l'environnement, le CEA a transmis en 2020 une étude relative à l'évaluation sanitaire et environnementale des rejets chimiques liquides et gazeux de la plateforme de Marcoule. L'ASN a demandé à l'exploitant de compléter son étude et de proposer un tiers-expert pour expertiser cette évaluation. L'ASN s'assurera de la réalisation du plan d'action visant à mettre en conformité, d'ici 2024, les piézomètres du centre CEA de Marcoule à l'arrêté du 11 septembre 2003. De plus, le CEA a poursuivi la démarche d'amélioration de la gestion des eaux pluviales de Phénix en 2021. Il a informé l'ASN que les travaux engagés à la suite de l'étude technico-économique concernant ce sujet devraient aboutir à la fin du premier semestre 2022.

Centrale Phénix – *Centre du CEA*

La centrale Phénix (INB 71) est un réacteur surgénérateur de démonstration de la filière dite « à neutrons rapides », refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance électrique de 250 MWe, a été définitivement arrêté en 2009 et est en cours de démantèlement.

Le démantèlement est encadré dans ses grandes phases par le décret n° 2016-739 du 2 juin 2016. La décision n° 2016-DC-0564 de l'ASN du 7 juillet 2016 prescrit au CEA différents jalons et opérations de démantèlement.

L'évacuation des combustibles irradiés et la dépose d'équipements se sont poursuivies en 2021 conformément aux prescriptions de l'ASN et aux engagements de l'exploitant, pris au cours de son réexamen périodique et du passage en démantèlement de l'installation. Toutefois, des incertitudes demeurent sur le devenir des combustibles de Phénix et leur traitement (voir chapitre 11).

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale Phénix est globalement satisfaisant, notamment en matière de respect des engagements et de surveillance des intervenants extérieurs, et que la gestion des écarts est bien réalisée par l'installation. La mise en conformité de l'installation avec certains articles de la décision n° 2013-DC-0360 du 16 juillet 2013 et de la décision qui encadre spécifiquement les rejets de la centrale Phénix a progressé. L'installation a également entamé une campagne de cartographie radiologique poussée de certains de ses locaux, pour optimiser le zonage déchets de l'installation et ainsi orienter les déchets produits vers les filières de gestion appropriées.

La construction de l'installation NOAH, qui assurera le traitement du sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, a progressé en 2021 et les essais de fonctionnement, préalables à la mise en service, se poursuivent. L'ASN a cependant été informée de difficultés contractuelles sur un lot du chantier, qui amèneront à un décalage de la mise en service de l'installation NOAH.

Le scénario de référence du démantèlement de l'installation est en cours de redéfinition par l'exploitant, en lien avec la stratégie de démantèlement de l'ensemble des installations du CEA. Ces évolutions du scénario de référence pourront conduire à une demande de modification du décret qui prescrit le démantèlement de la centrale selon un échéancier défini. Le prochain rapport de réexamen est par ailleurs attendu fin 2022.

Installation Diadem – *Centre du CEA*

L'installation Déchets radioactifs irradiants ou alpha de démantèlement (Diadem), en cours de construction, sera dédiée à l'entreposage de conteneurs de déchets radioactifs émetteurs de rayonnement bêta et gamma, ou riches en émetteurs alpha, dans l'attente de la construction d'installations permettant le stockage de déchets à vie longue (VL), ou de déchets FMA-VC dont les caractéristiques – notamment le débit de dose – ne permettent pas l'acceptation en l'état dans le CSA.

L'ASN estime que l'organisation mise en place pour la maîtrise du projet, l'exercice de la responsabilité d'exploitant nucléaire et le traitement des écarts montrent de nombreuses insuffisances. Le CEA devra ainsi prendre toutes les dispositions pour garantir le respect des exigences réglementaires dans ces domaines. Les démarches engagées par l'exploitant pour rétablir une situation acceptable à la suite de l'action de contrôle de l'ASN, sur le traitement des écarts ou les responsabilités d'exploitant nucléaire, sont globalement satisfaisantes, même si un travail important reste encore à réaliser.

L'ASN souligne que cette installation est appelée à jouer un rôle central dans la stratégie globale de démantèlement et de gestion des déchets du CEA, et qu'elle est la seule prévue pour l'entreposage des colis de déchets qu'elle doit recevoir.

Le CEA a déposé une demande de modification du décret d'autorisation de création en 2021, à la suite du changement de la technologie de fermeture des colis. Il a également déposé en 2021 son dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'installation. Les opérations nécessaires à sa mise en service, aujourd'hui prévue en 2024, doivent constituer une priorité du CEA.

Usine Melox

L'INB 151, dénommée Melox, créée en 1990 et exploitée par Orano Recyclage, est une usine de production de combustible MOX, combustible constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection est globalement satisfaisant, notamment dans les domaines de la maintenance, la maîtrise des risques d'incendie, la gestion des autorisations internes et la gestion des déchets et des fonctions de refroidissement.

Les barrières de confinement sont maintenues à un niveau satisfaisant d'efficacité. Les ruptures de confinement, qui peuvent survenir en conditions normales d'exploitation, font l'objet d'un suivi particulier et d'actions pour les limiter. Une des origines identifiées de ces ruptures étant le percement de gants en boîte à gants, l'exploitant a développé des gants renforcés spécifiques.

Par ailleurs, l'exploitant est confronté depuis plusieurs années à des difficultés à assurer la production des quantités prévues de combustibles conformes aux spécifications de sûreté des réacteurs nucléaires. Les caractéristiques des poudres d'uranium utilisées semblent être à l'origine de ces difficultés. L'exploitant a donc décidé de qualifier un nouveau type de poudre dont la production nécessite la création d'une nouvelle installation, située sur le site Orano de Malvési (voir chapitre 11). Cette situation induit la production d'une quantité importante de rebuts de fabrication, qui sont envoyés à La Hague pour entreposage, induisant notamment une saturation à court terme des entreposages de plutonium dans cet établissement. Si elles se poursuivent, ces difficultés pourraient donc induire des conséquences majeures sur l'ensemble du « cycle du combustible ». Cette problématique a fait l'objet d'échanges avec le collège de l'ASN lors des auditions du 28 septembre 2021 et du 10 février 2022.

Cette situation induit, à Melox, des besoins importants de maintenance, qui ont des conséquences en matière de radioprotection, avec un appel croissant à des intervenants extérieurs et une dosimétrie collective très importante.

Les solutions envisagées aujourd'hui pour améliorer cette situation au sein de l'installation consistent, d'une part, à procéder à des nettoyages approfondis des boîtes à gants pour réduire les niveaux de doses ambiants, d'autre part, à déployer un important programme de maintenance visant à restaurer le taux de disponibilité des outils de production. Dans cet objectif, des travaux de recherche et développement sont engagés sur les procédés de nettoyage des équipements de l'installation et sur les matériaux de protection des travailleurs. En particulier, la dosimétrie du cristallin reste élevée. Des travaux importants de recherche et développement ont conduit à la mise en œuvre progressive de lunettes radioprotégées ergonomiques, adaptées à la vue des intervenants (y compris les intervenants extérieurs), dans l'objectif de respecter les nouvelles limites réglementaires revues à la baisse. De plus, un vaste programme de remise en état des machines (projet PPRM) a commencé en 2021.

La construction du centre de crise a pris du retard, en lien avec les difficultés techniques et contractuelles rencontrées. L'ASN a modifié en conséquence, sur demande de l'exploitant, la prescription de la décision portant sur l'échéance maximale de mise en service du PC de crise, maintenant fixée à 2023.

Usine Centraco

L'INB 160, dénommée Centraco et créée en 1996, est exploitée par la société Cyclife France, filiale à 100 % d'EDF. L'usine Centraco a pour finalité de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner, en particulier en réduisant leur volume, des déchets et des effluents faiblement et très faiblement radioactifs. Les déchets issus de son procédé sont ensuite acheminés vers le CSA de l'Andra. L'installation est constituée :

- **d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3 500 tonnes ;**
- **d'une unité d'incinération, où sont brûlés les déchets incinérables, pour un tonnage annuel maximal de 3 000 tonnes de déchets solides et 2 000 tonnes de déchets liquides ;**
- **de capacités d'entreposage.**

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'installation est globalement satisfaisant, notamment concernant le respect des engagements, la gestion des écarts, les prélèvements d'eau et rejets d'effluents, la surveillance des rejets et de l'environnement. L'ASN relève cependant une augmentation du nombre d'événements significatifs déclarés en 2021.

Une nouvelle version du plan d'urgence interne de l'installation, pour le rendre conforme à la décision n° 2017-DC-0592 du 13 juin 2017 relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence, a été autorisée par l'ASN en avril 2021.

Par ailleurs, Cyclife France a transmis à l'ASN en 2020 des demandes de modification de son installation afin de permettre le traitement de déchets particuliers dans Centraco avec la mise en place d'un tri spécifique sur ces déchets. L'ASN considère que les dispositions techniques et organisationnelles

présentées par l'exploitant pour mener cette opération de tri préalable dans des unités dédiées sont satisfaisantes dans leur principe, mais qu'il convient de veiller au maintien d'un double contrôle de la conformité des déchets qui seront introduits dans les fours d'incinération ou de fusion. L'ASN a ainsi procédé à la modification des prescriptions de la décision n° 2008-DC-0126 de l'ASN du 16 décembre 2008 par décision CODEP-CLG-2022-003400 du 19 janvier 2022.

Le suivi et la maîtrise du vieillissement de l'installation, notamment concernant les équipements de protection contre le risque incendie, sont un des enjeux majeurs du réexamen périodique dont l'exploitant a déposé les conclusions en 2021. L'exploitant a en particulier déployé, en 2021, des mesures correctives visant à prévenir le risque de blocage des volets du sas d'introduction des déchets du four d'incinération, à la suite d'un départ de feu sur cet équipement en 2020.

Ionisateur Gammatec

La société Steris exploite depuis 2013 un irradiateur industriel, dénommé Gammatec (INB 170), qui assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et d'une casemate expérimentale. Toutes les deux renferment des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

L'ASN estime que le niveau de sûreté du système de contrôle et commande ainsi que la radioprotection sont globalement satisfaisants en 2021.

L'exploitant doit rester attentif à la formalisation des résultats des contrôles et essais périodiques réalisés et au maintien des habilitations des personnels autorisés à entrer en casemate expérimentale.

Installation Écrin

L'INB 175, dénommée Écrin, est située dans la commune de Narbonne, dans le département de l'Aude, au sein du site de Malvési, exploité par Orano, qui constitue la première étape du « cycle du combustible » (hors extraction de minerais). Le procédé de transformation produit des effluents liquides contenant des boues nitratées chargées en uranium naturel. L'ensemble de l'usine est soumis au régime des installations classées pour la protection de l'environnement Seveso seuil haut.

Deux bassins d'entreposages historiques de boues de l'usine (B1 et B2) constituent l'INB Écrin. Le classement de ces deux bassins comme INB est dû à la présence de traces de radio-isotopes artificiels. Cette INB a été autorisée par décret du 20 juillet 2015 pour l'entreposage de déchets radioactifs pour une durée de 30 ans.

L'installation Écrin a été mise en service par la décision n°2018-DC-0645 de l'ASN du 12 octobre 2018. Cette autorisation a permis à l'exploitant de débuter en février 2019 les travaux définis dans le décret d'autorisation de création.

Les activités se sont poursuivies en 2021, avec la mise en place d'une couverture bitumineuse sur l'ensemble de l'INB, hormis sur l'alvéole PERLE (Projet d'entreposage réversible des lagunes, dans l'INB Écrin), creusée au sud du bassin B2 et permettant d'entreposer les matériaux issus de la vidange des bassins B5 et B6. Les activités sur cette alvéole sont toujours en cours.

Une inspection inopinée s'est déroulée en mai 2021. L'ASN a relevé la bonne organisation du chantier de transfert des boues et considère que les activités sont réalisées de manière satisfaisante.

L'exploitant a transmis, le 12 février 2021, en application de l'article 7 du décret du 20 juillet 2015, le rapport d'avancement des études et investigations 2015-2020 menées afin d'évaluer la faisabilité des options de stockage des déchets actuellement entreposés au sein d'Écrin.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de protection de l'environnement reste satisfaisant au regard des enjeux de l'installation.



Région
Pays de la Loire

La division de Nantes contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région Pays de la Loire.

En 2021, l'ASN a réalisé 36 inspections, dont 2 dans les installations de la société Ionisos (Pouzauges et Sablé-sur-Sarthe), 2 concernant des organismes agréés, 2 dans le domaine du transport de substances radioactives et 30 dans le nucléaire de proximité (16 dans le secteur médical, 14 dans les secteurs industriel, de la recherche ou vétérinaire).

En 2021, un événement significatif a été classé au niveau 1 sur l'échelle INES dans le domaine industriel.

Irradiateurs Ionisos

La société Ionisos exploite, sur les sites de Pouzauges (85) et de Sablé-sur-Sarthe (72), deux installations industrielles d'ionisation qui mettent en œuvre des sources radioactives scellées de haute activité de cobalt-60. Ces installations constituent respectivement les INB 146 et 154.

Les rayonnements gamma émis servent à stériliser, à détruire les germes pathogènes ou à renforcer (par la réticulation) les propriétés techniques de certains polymères, en exposant les produits à ioniser (matériel médical à usage unique, conditionnements, matières premières ou produits finis destinés aux industries pharmaceutiques et cosmétiques, films d'emballage) pendant un laps de temps déterminé.

Chaque installation est constituée d'un bassin dans lequel les sources radioactives sont entreposées « sous eau » surmonté d'une casemate où sont effectuées les opérations d'ionisation, de locaux d'entreposage des produits avant et après traitement, de bureaux et de locaux techniques.

L'ASN considère que l'exploitation des irradiateurs de Pouzauges et de Sablé-sur-Sarthe se déroule de manière globalement satisfaisante en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, avec des progrès dans la gestion des déchets et la prise en compte du retour d'expérience. Toutefois, des améliorations doivent être apportées en matière de gestion des modifications, de gestion des situations d'urgence et de rigueur d'exploitation. Deux modifications de l'installation de Pouzauges ont été autorisées en 2021, concernant l'extension de l'installation et la mise en place d'équipements et de dispositions permettant de contrôler l'intégrité des sources radioactives.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - l'irradiateur Ionisos de Pouzauges,
  - l'irradiateur Ionisos de Sablé-sur-Sarthe ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 7 services de radiothérapie,
  - 2 unités de curiethérapie,
  - 11 services de médecine nucléaire,
  - 40 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 55 scanners,
  - environ 2 500 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - 1 cyclotron,
  - 26 sociétés de radiologie industrielle, dont 10 prestataires en gammagraphie,
  - 20 unités de recherche,
  - environ 400 utilisateurs d'équipements industriels ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 9 établissements pour la mesure du radon,
  - 1 siège de laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

La division de Marseille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

En 2021, l'ASN a réalisé 130 inspections en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), dont 61 dans les INB, 59 dans le nucléaire de proximité, 5 dans le domaine du transport de substances radioactives et 5 concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Au cours de l'année 2021, 9 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, 2 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN dans le domaine industriel. Dans le domaine médical, 2 événements significatifs classés respectivement aux niveaux 2+ et 3 de l'échelle ASN-SFRO ont été déclarés à l'ASN.

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont mis en demeure un exploitant d'INB de se conformer au règlement (CE) n° 1005/2009 du Parlement européen et du Conseil du 16 septembre 2009 relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

SITE DE CADARACHE

Centre du CEA de Cadarache

Créé en 1959, le centre CEA de Cadarache se situe sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance, dans le département des Bouches-du-Rhône et occupe une superficie de 1 600 hectares. Ce site concentre principalement son activité sur l'énergie nucléaire et est dédié, pour ce qui concerne ses installations civiles en fonctionnement, à la recherche et au développement pour le soutien et l'optimisation des réacteurs existants et à la conception de systèmes de nouvelle génération.

Les INB situées dans le centre sont :

- l'installation Pégase-Cascad (INB 22) ;
- le réacteur de recherche Cabri (INB 24) ;
- le réacteur de recherche Rapsodie (INB 25) ;
- la Station de traitement des déchets solides (STD – INB 37-A) ;
- la Station de traitement des effluents actifs (STE – INB 37-B) ;
- l'Atelier de technologie du plutonium (ATPu – INB 32) ;
- le réacteur de recherche Masurca (INB 39) ;
- le réacteur de recherche Éole (INB 42) ;
- les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi (ATUe – INB 52) ;
- le Magasin central de matières fissiles (MCMF – INB 53) ;
- le Laboratoire de purification chimique (LPC – INB 54) ;
- le laboratoire de haute activité LECA-STAR (INB 55) ;
- le Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides (INB 56) ;
- le réacteur de recherche Phébus (INB 92) ;
- le réacteur de recherche Minerve (INB 95) ;
- le Laboratoire d'études et de fabrication des combustibles avancés (Lefca – INB 123) ;
- le laboratoire Chicade (INB 156) ;
- l'installation d'entreposage Cedra (INB 164) ;
- le magasin d'entreposage Magenta (INB 169) ;
- l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate – INB 171) ;
- le Réacteur Jules Horowitz (RJH – INB 172), en construction.

Sur le centre de Cadarache, 10 installations sont définitivement arrêtées, 10 installations sont en fonctionnement et une installation est en construction. Le centre CEA de Cadarache assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature variée et aux enjeux de sûreté divers. L'ASN a en outre engagé ou poursuivi l'instruction des dossiers d'orientation de réexamen périodique ou des rapports de réexamen pour 15 des 21 installations : Pégase-Cascad, Cabri, Rapsodie, STD, STE, ATPu, Éole, LPC, STAR, le Parc d'entreposage, Phébus, Minerve, Chicade, Cedra et Magenta et a rendu ses conclusions sur les réexamens des ATUe et du MCMF. Dans l'instruction de ces rapports, l'ASN est particulièrement attentive à la robustesse des plans d'action proposés et déployés. Elle veille à la mise en conformité des installations par rapport à la réglementation applicable et à l'efficacité de la maîtrise des risques et inconvénients.

Installation Pégase-Cascad – *Centre du CEA*

Le réacteur Pégase (INB 22) a été mis en service en 1964, puis exploité une dizaine d'années sur le site de Cadarache. Par décret du 17 avril 1980, le CEA a été autorisé à réutiliser l'installation Pégase pour entreposer des substances radioactives, en particulier des éléments combustibles irradiés en piscine.

L'installation Cascad, autorisée par le décret du 4 septembre 1989 modifiant l'installation Pégase et exploitée depuis 1990, est pérenne et dédiée à l'entreposage à sec, dans des puits, de combustible irradié.

Des compléments relatifs au dossier de démantèlement de l'installation Pégase, déposé en 2019 et en cours d'instruction, ont été apportés par le CEA en novembre 2021.

Dans le but de respecter les nouvelles échéances de la décision n° CODEP-CLG-2020-062379 du 21 décembre 2020 portant sur le désentreposage des substances radioactives présentes dans la piscine de Pégase, le CEA a déposé deux dossiers de demande d'autorisation à l'ASN en juin 2021, portant sur la mise en place du projet de désentreposage des combustibles araldités de Pégase (DECAP), à destination de l'installation Cascad. Ces demandes sont en cours d'instruction par l'ASN.

Dans le cadre de vérifications documentaires relatives aux opérations de désentreposage des combustibles situés dans l'INB Pégase vers l'INBS de Cadarache, le CEA a mis en évidence un écart sur la nature physico-chimique d'un assemblage de combustible transporté entre les deux installations en 2016. Ce constat a fait l'objet d'une déclaration d'événement significatif en 2021 pour non-respect des conditions d'utilisation de l'emballage transport classé au niveau 1 de l'échelle INES par l'ASN.

L'ASN considère que les évacuations de combustible de l'installation Cascad vers La Hague se sont poursuivies conformément aux objectifs fixés par le CEA dans son dernier courrier de demande de renouvellement d'autorisation d'entreposage.

L'ASN dresse un bilan globalement satisfaisant de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des installations Pégase et Cascad pour l'année 2021. Elle relève notamment la poursuite de la bonne réalisation des actions qui découlent du dernier réexamen périodique, notamment concernant les travaux de renforcement et de redondance des deux émissaires de rejet et les travaux de protection contre l'incendie.

Les inspections de 2021 ont également permis de mettre en évidence une bonne maîtrise des procédures de gestion des modifications et une bonne déclinaison de la décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 30 novembre 2017, relative à la gestion des situations d'urgence au sein de l'INB.

Réacteur de recherche Cabri – *Centre du CEA*

Le réacteur Cabri (INB 24), créé le 27 mai 1964, est destiné à la réalisation de programmes expérimentaux visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité. Le réacteur est équipé d'une boucle à eau sous pression depuis 2006, afin d'étudier le comportement du combustible à taux de combustion élevé en situations accidentelles d'augmentation de la réactivité dans un REP. Depuis janvier 2018, le CEA mène un programme d'essais dénommé « CIP » (*Cabri International Program*), qui avait été engagé au début des années 2000 et a nécessité d'importants travaux de modification de l'installation et de mise à niveau en matière de sûreté.

LE PARC D'INSTALLATIONS ET D'ACTIVITÉS À CONTRÔLER COMPORTE :

- **des installations nucléaires de base :**
  - le centre de recherche du CEA Cadarache qui compte 21 INB civiles, dont le réacteur Jules Horowitz en cours de construction,
  - le chantier de construction de l'installation ITER, attenant au centre CEA de Cadarache,
  - l'ionisateur industriel Gammaster ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :** p. 206
  - 13 services de radiothérapie externe,
  - 3 services de curiethérapie,
  - 16 services de médecine nucléaire,
  - 112 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
  - 118 scanners,
  - environ 8 200 appareils de radiologie médicale et dentaire ;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine vétérinaire, industriel et de la recherche :** p. 236
  - environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 3 accélérateurs de particules de type cyclotron et 21 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
  - environ 460 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;** p. 266
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
  - 2 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
  - 1 organisme pour la mesure du radon,
  - 7 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

L'exploitant a déclaré à l'ASN, le 25 septembre 2020, un événement significatif portant sur une fuite détectée et collectée au niveau de l'enveloppe du circuit « eau du cœur », et un second événement, le 17 février 2021, relatif à une fuite qui concerne un des instruments de mesure neutronique appelé « hodoscope ». L'ASN examine la sûreté du réacteur en considérant le plan d'action et les dispositions compensatoires proposées par le CEA pour assurer le traitement de ces deux fuites. La reprise des essais sera ainsi soumise à l'autorisation de l'ASN.

Dans ce contexte, l'ASN instruit également une demande, déposée en 2019, de modification du décret d'autorisation de création de l'installation dans le but de réaliser des essais d'irradiation de matériel électronique.

L'ASN estime que la gestion de crise et celle des autorisations internes sont globalement satisfaisantes. Le niveau de sûreté du réacteur est quant à lui assez satisfaisant, les défauts qui ont été constatés nécessitant un traitement approprié avant son redémarrage.

Réacteur de recherche Rapsodie – *Centre du CEA*

Le réacteur Rapsodie (INB 25) est le premier réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium construit en France. Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises par la suite, mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement à un accident mortel survenu en 1994 lors du lavage d'un réservoir de sodium. Le cœur est actuellement déchargé, les combustibles ont été évacués de l'installation, une grande partie des fluides et des composants radioactifs ont été éliminés et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée, et les déchets contenant du sodium évacués.

Le décret prescrivant les opérations de démantèlement de Rapsodie a été signé le 9 avril 2021. Ce décret fixe un nouveau périmètre pour l'installation et encadre, jusqu'en 2030, la prochaine phase de vie du réacteur, consistant dans le traitement du sodium du réacteur et la mise «en air» de la cuve le contenant. Les opérations de démantèlement suivantes, telles que le démantèlement du bloc réacteur ou du génie civil, devront faire l'objet d'un nouveau dossier de démantèlement.

L'ASN a assorti ce décret de deux décisions. La décision n° 2021-DC-0712 du 3 août 2021 soumet à son accord l'engagement, par le CEA, des opérations de neutralisation du sodium de la cuve. La décision n° CODEP-CLG-2021-037079 du 3 août 2021 précise le contenu du dossier de demande attendu pour ces opérations et fixe des prescriptions relatives à la limitation de l'impact sur la sûreté d'un incendie.

Par ailleurs, l'ASN s'est prononcée, à cette occasion, sur les conclusions du réexamen périodique de l'installation. Elle a considéré que, sous réserve du respect de ces deux décisions, elle n'avait pas d'objection à la poursuite du démantèlement de l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de cette installation est globalement satisfaisant en 2021. L'exploitant devra toutefois rester vigilant en ce qui concerne la surveillance des intervenants extérieurs.

Station de traitement des déchets solides

Centre du CEA

L'INB 37 du CEA de Cadarache comportait historiquement la Station de traitement des effluents actifs (STE) et la Station de traitement des déchets (STD), regroupées en une unique installation. Le CEA souhaitant pérenniser la STD et procéder à l'arrêt définitif de la STE, l'INB 37 a été séparée en deux INB : 37-A (STD) et 37-B (STE), par décisions n° CODEP-DRC-2015-027232 et n° CODEP-DRC-2015-027225 de l'ASN du 9 juillet 2015. Ces enregistrements ont été réalisés consécutivement à la définition des périmètres de ces deux INB par arrêtés du 9 juin 2015.

La STD constitue à ce jour la seule INB civile du CEA autorisée à réaliser le conditionnement des déchets radioactifs MA-VL avant leur entreposage dans l'installation Cedra (INB 164), dans l'attente d'une expédition vers une installation de stockage en couche géologique profonde. Cette situation particulière rend la STD incontournable dans la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets au CEA.

La poursuite de fonctionnement de la STD nécessite des travaux de rénovation, notamment concernant le génie civil, en vue de sa pérennisation, qui ont été prescrits par décision n° CODEP-CLG-2016-015866 du président de l'ASN du 18 avril 2016. L'ASN a autorisé la réalisation de ces travaux le 20 janvier 2022. Au vu du retard pris pour le début des travaux, qui ont nécessité une instruction complexe, l'échéance prescrite de fin des travaux en 2021 n'a pas pu être tenue par le CEA et a fait l'objet d'une demande de report.

Après analyse approfondie des dispositions techniques et organisationnelles proposées par l'exploitant, l'ASN a autorisé en octobre 2021 la reprise du colis qui avait chuté en 2017 dans le puits d'entreposage des déchets MA-VL. Le CEA a mené, le 15 décembre 2021, les opérations de reprise. Ce retour à la normale devrait permettre d'améliorer les cadences de conditionnement des déchets dans la STD, et permettre leur évacuation avant l'arrêt d'exploitation temporaire de l'installation pour travaux. Le retour d'expérience que tire l'exploitant de cet événement, concernant les FOH et la fiabilité des systèmes de manutention des colis par ventouse, doit être pris en compte dans l'exploitation de l'installation.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de radioprotection est globalement satisfaisant. La conduite des procédés et la surveillance des intervenants extérieurs qui participent à l'exploitation se sont améliorées. Le traitement des autorisations internes devra cependant faire l'objet d'un suivi documentaire plus rigoureux et l'organisation pour la mise en œuvre des travaux devra être mieux formalisée.

L'ASN a transmis le 12 mars 2021 au CEA son avis sur le dossier d'orientation du réexamen périodique remis le 23 septembre 2020. L'ASN sera particulièrement attentive aux actions résultantes du dernier réexamen qui ne seraient pas encore réalisées au moment de la remise des conclusions du nouveau réexamen périodique, attendues en 2022.

Station de traitement des effluents actifs

Centre du CEA

La STE (INB 37-B) est à l'arrêt depuis le 1er janvier 2014. Le CEA a transmis en décembre 2021 le dossier de démantèlement de cette installation.

Dans le cadre de l'élaboration du dossier de démantèlement, l'exploitant a engagé la caractérisation des sols et des équipements pour préciser l'état radiologique initial de l'installation. Ces caractérisations ont mis en évidence la présence de radionucléides artificiels en dehors des zones contaminées identifiées ou dans le réseau d'eaux pluviales. Ces marquages ont fait l'objet de déclarations d'événements significatifs à l'ASN et ont donné lieu à un plan d'action sur la gestion des eaux pluviales, dont l'efficacité est suivie par le CEA.

Par ailleurs, la surveillance des intervenants extérieurs devra être améliorée, notamment considérant les manquements identifiés, mis en évidence par la détection de défauts de confinement sur certaines cuves extérieures, dont le contrôle n'avait pas été correctement réalisé par un intervenant extérieur.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'INB 37-B en 2021 est globalement satisfaisant concernant le suivi des engagements et des événements significatifs. Des améliorations sont attendues en matière de surveillance des intervenants extérieurs et de gestion des pollutions historiques.

Atelier de technologie du plutonium et Laboratoire de purification chimique

Centre du CEA

L'ATPu (INB 32) assurait la production d'éléments combustibles à base de plutonium, destinés aux réacteurs à neutrons rapides ou expérimentaux à partir de 1967, puis, de 1987 à 1997, aux REP utilisant du combustible MOX. Les activités du LPC (INB 54) étaient associées à celles de l'ATPu : contrôles physico-chimiques et examens métallurgiques, traitement des effluents et déchets contaminés. Les deux installations ont été arrêtées en 2003 et sont en cours de démantèlement.

En ce qui concerne l'ATPu, conformément au dernier planning proposé par le CEA en novembre 2020, les campagnes de traitement des fûts riches en radionucléides émetteurs alpha issus de l'INB 56 ont été finalisées. Un état d'avancement trimestriel sera transmis à l'ASN jusqu'à l'évacuation des derniers déchets de ce chantier, prévue fin décembre 2022.

Dans le LPC, les opérations de dépose du procédé de cryotraitement se sont poursuivies en 2021.

L'ASN estime que le suivi des barrières de confinement, la déclinaison de la décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative à la gestion des situations d'urgence, ainsi que la démarche méthodologique mise en place pour la réalisation des réexamens périodiques et le suivi des plans d'action associés par les deux installations sont globalement satisfaisants. L'ASN restera vigilante sur la remise en conformité des points de prélèvement des émissaires.

Réacteur de recherche Masurca – *Centre du CEA*

Le réacteur Masurca (INB 39), dont la création a été autorisée par décret du 14 décembre 1966, était destiné aux études neutroniques, principalement pour les cœurs de la filière des réacteurs à neutrons rapides, et au développement de techniques de mesures neutroniques. Le réacteur est à l'arrêt depuis 2007.

L'arrêt définitif de l'installation a été déclaré par le CEA le 31 décembre 2018. L'exploitant a transmis le dossier de démantèlement de l'installation en décembre 2020 et réalise dans l'intervalle des travaux de nature à préparer ce démantèlement, comme le désamiantage des locaux, la réhabilitation de bâtiments ou la dépose de matériel conventionnel.

L'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la gestion des écarts est globalement satisfaisante. L'exploitant devra toutefois progresser dans la détection et l'analyse des signaux faibles.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'INB Masurca en 2021 est globalement satisfaisant.

Réacteurs de recherche Éole et Minerve

Centre du CEA

Les réacteurs expérimentaux Éole et Minerve sont des maquettes critiques, de très faible puissance (moins d'1 kW), qui permettaient la réalisation d'études neutroniques, en particulier pour l'évaluation de l'absorption des rayons gamma ou des neutrons par les matériaux.

Le réacteur Éole (INB 42), dont la création a été autorisée par décret du 23 juin 1965, était principalement destiné à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des REP et des réacteurs à eau bouillante. Le réacteur Minerve (INB 95), dont le transfert du centre d'études de Fontenay-aux-Roses vers le centre d'études de Cadarache a été autorisé par décret du 21 septembre 1977, est situé dans le même hall que le réacteur Éole. Des activités d'enseignement et de recherche ont eu lieu sur ces maquettes jusqu'à leur arrêt définitif le 31 décembre 2017.

Le CEA a transmis la mise à jour de son dossier de démantèlement en juillet 2021, à la suite des demandes de complément formulées en 2019. Dans l'attente du démantèlement, des opérations préparatoires, visant à évacuer les matières fissiles et à mieux caractériser les équipements radioactifs restants afin de préciser les opérations d'assainissement à mener, se sont poursuivies en 2021.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection des réacteurs Éole et Minerve est globalement satisfaisant.

Ateliers de traitement de l'uranium enrichi – *Centre du CEA*

De 1963 à 1995, les ATUe (INB 52) assuraient la conversion en oxyde frittable de l'hexafluorure d'uranium (UF_6) en provenance des usines d'enrichissement et effectuaient le retraitement chimique des déchets de fabrication des éléments combustibles. Le démantèlement de cette installation a été autorisé par décret en février 2006.

Les premières phases de démantèlement, consistant dans le démontage des équipements de procédés et des infrastructures de ventilation, d'effluents ou électriques, se sont achevées en 2008. Les seules activités de l'installation sont aujourd'hui les opérations de maintenance et de contrôle périodique et règlementaires. L'exploitant accuse des retards importants dans les opérations de démantèlement, notamment l'assainissement du génie civil, par rapport au calendrier initial. Il a sollicité une modification de son décret en 2010 et 2014, pour prendre en compte l'état radiologique réel de l'installation. Le nouveau décret de démantèlement a été publié le 16 avril 2021.

L'ASN a encadré la réalisation de certaines opérations de démantèlement par deux décisions du 14 octobre 2021.

Par ailleurs, l'ASN a rendu publique le 7 septembre 2021 son analyse des conclusions sur le réexamen périodique de l'installation. Elle n'a pas d'objection à la poursuite des opérations de démantèlement.

En 2021, le niveau de sûreté de l'INB 52 (ATUe) est globalement satisfaisant. Les engagements pris à la suite de précédents événements significatifs et lors du réexamen périodique sont correctement mis en œuvre.

Magasin central de matières fissiles

Centre du CEA

Créé en 1968, le MCMF (INB 53) était un magasin d'entreposage d'uranium enrichi et de plutonium, jusqu'à sa mise à l'arrêt définitif et l'évacuation de l'ensemble de ses matières nucléaires le 31 décembre 2017. L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement en novembre 2018, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

Les opérations préparatoires au démantèlement engagées dès 2018, notamment la mise en œuvre de caractérisations chimiques et radiologiques de l'installation, se sont poursuivies en 2021.

L'ASN estime que la caractérisation chimique et radiologique de l'installation est globalement bien menée.

L'ASN a rendu publiques en juin 2021 ses conclusions concernant le dernier réexamen périodique de l'installation. Elle n'a pas d'objection à la poursuite des opérations préparatoires au démantèlement.

Laboratoire de haute activité LECA-STAR

Centre du CEA

L'INB 55, qui regroupe le LECA et la STAR, extension du LECA, constituent des outils d'expertise du CEA pour l'analyse des combustibles irradiés. Mis en service en 1964, le LECA permet au CEA de réaliser des examens destructifs et non destructifs sur des combustibles irradiés de la filière électronucléaire, de recherche et de la propulsion navale. L'installation étant ancienne, elle a été partiellement renforcée au début des années 2010 pour améliorer sa tenue au séisme.

Afin de pérenniser l'installation, le CEA s'est engagé à réduire le terme source radioactif mobilisable du LECA. Lors de l'inspection réalisée en 2021 sur le respect des prescriptions et engagements issus du réexamen périodique de 2013, l'ASN a noté la bonne organisation mise en œuvre par l'exploitant pour respecter les prescriptions fixées par l'ASN.

Mise en service en 1999, l'installation STAR est une extension du laboratoire LECA, conçue pour la stabilisation et le reconditionnement des combustibles irradiés.

L'exploitant a déclaré en avril et en juillet 2021 deux événements significatifs, dont un classé au niveau 1 de l'échelle INES, en lien avec des dysfonctionnements de dispositifs de levage et de préhension en cellules blindées de STAR. Le plan d'action identifié à la suite de l'analyse des causes profondes de ces événements, notamment des FOH, ainsi qu'une expertise de la défaillance des moyens de manutention et le retour d'expérience relatif à l'exploitation de ces systèmes devront permettre d'éviter qu'ils ne se reproduisent.

À la suite des inspections menées en 2021, l'ASN sera vigilante au respect des engagements pris par le CEA en lien avec des inspections et le traitement des événements significatifs.

L'ASN estime qu'en 2021 le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation LECA-STAR est globalement satisfaisant, notamment l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la maîtrise des réactions nucléaires en chaînes, les moyens de lutte contre l'incendie et le maintien du confinement statique et dynamique.

Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides – *Centre du CEA*

L'INB 56, déclarée en janvier 1968 pour le stockage de déchets, assure l'entreposage de déchets solides radioactifs historiques du centre de Cadarache. Elle comprend trois piscines, six fosses, cinq tranchées et des hangars, qui contiennent notamment des déchets MA-VL provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations du CEA. L'INB 56 fait partie des priorités identifiées par le CEA dans sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets.

Le dossier de démantèlement de l'installation, déposé en 2018, a été complété en 2021.

Au vu des conclusions de l'instruction du réexamen de sûreté de l'installation, l'ASN a également fixé de nouvelles prescriptions techniques visant à encadrer la poursuite de l'exploitation dans la décision n° CODEP-CLG-2021-013405 du 15 mars 2021.

Les opérations de reprise des déchets contenus dans les fosses récentes, de désentreposage des déchets qui sont dans les hangars et de mise en place du confinement statique de la tranchée T2 se sont poursuivies. Les objectifs de reprise et de reconditionnement des déchets pour l'année 2021 ont globalement été atteints. L'ASN restera cependant vigilante concernant le décalage de la réalisation de certaines opérations préparatoires au démantèlement (OPDEM).

L'ASN estime qu'en 2021 le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du Parc d'entreposage du CEA Cadarache est globalement satisfaisant, notamment en matière de prévention des pollutions, de maîtrise des nuisances et de gestion des déchets. Des améliorations ont notamment été constatées dans la gestion des eaux pluviales de l'installation, mais ces actions doivent être menées au bout. L'exploitant doit poursuivre ses études concernant l'identification et l'ouverture de filières pour les déchets sans filière immédiate.

Réacteur de recherche Phébus – *Centre du CEA*

Le réacteur Phébus (INB 92) est un réacteur expérimental de type piscine, d'une puissance de 38 MWth, qui a fonctionné de 1978 à 2007. Ce réacteur était destiné à l'étude des accidents graves des réacteurs de la filière à eau légère, ainsi qu'à la définition de procédures opératoires visant à éviter la fusion du cœur ou à en limiter les conséquences.

L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement auprès du ministre en février 2018 et son rapport de réexamen périodique auprès de l'ASN en octobre 2017. Concernant le dossier de démantèlement, l'avis de l'Autorité environnementale a été rendu en juillet 2021 et le CEA a transmis son mémoire en réponse en novembre 2021.

L'un des objectifs prioritaires des OPDEM était l'évacuation des combustibles irradiés du réacteur, qui a été achevée en janvier 2019. En 2021, les OPDEM se sont poursuivies, avec notamment l'évacuation de sources sans emploi et des opérations de caractérisation de certains équipements. Les derniers combustibles non irradiés ont été évacués en décembre 2021.

L'ASN estime que l'organisation du CEA pour la réalisation des contrôles et essais périodiques, ainsi que pour la radioprotection des travailleurs, est globalement satisfaisante.

Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés – *Centre du CEA*

Le Lefca (INB 123), mis en service en 1983, était un laboratoire chargé de la réalisation d'études sur le plutonium, l'uranium, les actinides et leurs composés, visant à la compréhension du comportement de ces matériaux en réacteur et dans les différentes étapes du « cycle du combustible ». En 2018, le Lefca a finalisé le transfert, vers les laboratoires d'Atalante (INB 148) de Marcoule, d'une partie de ses matériels de recherche et développement.

Le CEA a transmis la déclaration d'arrêt définitif de l'installation en avril 2019. En décembre 2021, le CEA a cependant informé l'ASN de sa décision de poursuivre l'exploitation du Lefca en y exerçant de nouvelles activités. Un plan d'action associé à un échéancier concernant cette réorientation industrielle et stratégique a été transmis à l'ASN le 28 janvier 2022. Le réexamen périodique à venir devra intégrer ce changement de stratégie.

En 2021, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de l'installation est globalement satisfaisant, notamment sur les thématiques du respect des engagements et des agressions externes. L'ASN a cependant constaté des axes d'amélioration concernant la conformité et l'intégrité des piézomètres de l'installation pour le contrôle des nappes phréatiques.

Laboratoire Chicade – *Centre du CEA*

L'installation Chicade (INB 156) réalise, depuis 1993, des travaux de recherche et développement sur des objets et déchets de faible et moyenne activité, principalement :

- **la caractérisation, destructive ou non destructive, d'objets radioactifs, de colis d'échantillons de déchets et d'objets irradiants ;**
- **le développement et la qualification de systèmes de mesures nucléaires ;**
- **le développement de méthodes d'analyses chimiques et radiochimiques, ainsi que leur mise en œuvre ;**
- **l'expertise et le contrôle de colis de déchets conditionnés par les producteurs de déchets.**

L'ASN considère, sur la base des inspections réalisées en 2021, que l'installation respecte globalement ses engagements, assure une bonne traçabilité de ses modifications, et que le plan d'action issu des conclusions du réexamen progresse. Des améliorations sont attendues concernant la collecte des déchets radioactifs et la gestion des échantillons radioactifs produits par l'installation.

Concernant la protection de l'environnement, le CEA s'est engagé à transmettre fin 2022 une demande de modification du décret d'autorisation de création de l'installation pour prendre en compte des rejets gazeux de tritium, non prévus dans son référentiel actuel.

Installation d'entreposage Cedra – *Centre du CEA*

L'installation Cedra (INB 164) assure, depuis 2006, l'entreposage des colis de déchets MA-VL dans l'attente de l'ouverture de filières de stockage appropriées. Le CEA anticipe une saturation de cette installation d'entreposage à l'horizon 2027. Les études concernant un projet de doublement de la capacité d'entreposage ont débuté en 2020.

L'ASN considère que les principales étapes de ce projet doivent être mieux définies et estime nécessaire que le CEA anticipe l'ensemble des démarches pour pouvoir disposer des capacités d'entreposage nécessaires à la gestion globale de ses déchets.

Le CEA a mis en exploitation, en 2021, la cellule d'examen des colis. Celle-ci permet de réaliser des contrôles des colis et le surcolisage éventuel de colis dégradés ou contaminés.

L'ASN estime que les vérifications réalisées par l'exploitant pour la réception de colis dans l'installation Cedra, la gestion des modifications et le respect des engagements pris par l'exploitant sont assurés à un niveau globalement satisfaisant.

L'année 2021 a été marquée par des déclarations d'événements significatifs de niveau 1 concernant :

- le dépassement de la masse de matière fissile autorisée dans un colis entreposé dans l'INB à la suite d'une erreur de constitution d'un colis de déchets dans l'installation productrice ;
- la chute d'un colis de déchets, événement qui s'est déjà produit à plusieurs reprises sur le centre de Cadarache, dans l'INB 37-A ou l'INB 56.

L'ASN considère que l'exploitant doit tirer tous les enseignements de ces événements, particulièrement concernant la prise en compte du retour d'expérience des précédents événements, la surveillance des producteurs de déchets et la gestion des interfaces entre les différentes personnes susceptibles d'utiliser des emballages de transport.

Un événement significatif a également été déclaré par l'installation concernant la dégradation de l'enveloppe métallique d'un colis. L'ASN a demandé au CEA de réaliser les expertises nécessaires pour comprendre l'origine et le mécanisme de dégradation de ce colis.

Magasin d'entreposage Magenta – *Centre du CEA*

L'installation Magenta (INB 169), qui remplace le MCMF, en démantèlement, est dédiée, depuis 2011, à l'entreposage de matières fissiles non irradiées, ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées.

En février 2021, l'exploitant a déposé son rapport de conclusion de réexamen. L'ASN a débuté l'instruction de ce dossier et examinera notamment l'impact du décalage de la mise en service des boîtes à gants sur les opérations de maintenance de certains conteneurs primaires de matière.

Un événement significatif, classé au niveau 1 sur l'échelle INES, a été déclaré à l'ASN le 5 février 2021. Cet événement concernait un entreposage non autorisé de matières sous forme d'alliage uranium/aluminium dans un massif d'entreposage de l'installation. Des mesures correctives sont en cours de déploiement par l'exploitant afin de prévenir les causes de tels événements. Dans l'attente, le massif d'entreposage concerné a été consigné.

En 2021, l'ASN estime que la conduite de l'installation est globalement satisfaisante.

Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – *Centre du CEA*

L'installation Agate (INB 171), mise en service en 2014 en remplacement de l'INB 37-B aujourd'hui à l'arrêt, a pour fonction de concentrer par évaporation des effluents liquides aqueux radioactifs contenant majoritairement des radionucléides émetteurs bêta et gamma.

L'ASN considère que les vérifications réalisées par l'exploitant pour la réception d'effluents sur l'installation et le respect des engagements pris par l'exploitant sont assurés à un niveau globalement satisfaisant dans l'installation Agate. L'évaporateur a été indisponible, à la suite d'une panne sur le circuit d'eau surchauffée, depuis décembre 2020. La remise en service de l'évaporateur est prévue au premier trimestre 2022. L'activité dans l'installation en 2021 a principalement consisté à accueillir les effluents des producteurs dans les réservoirs tampons en amont de l'installation et à réparer la panne affectant le circuit d'eau surchauffée. L'ASN sera vigilante aux conditions de reprise des opérations et à l'état de saturation des capacités d'entreposage des effluents en amont de leur traitement.

L'ASN souligne que cette installation joue un rôle central dans la gestion des effluents du CEA et constitue, à ce titre, une installation sensible dans la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA.

Projet de réacteur Jules Horowitz – *Centre du CEA*

Le RJH (INB 172), en cours de construction depuis 2009, est un réacteur de recherche à eau sous pression dont l'objectif est d'étudier le comportement des matériaux sous irradiation et des combustibles des réacteurs de puissance. Il permettra également de produire des radionucléides artificiels destinés à la médecine nucléaire. Sa puissance est limitée à 100 MWth.

Les activités de construction se sont poursuivies en 2021, sur le chantier comme sur les sites des fournisseurs, avec la fourniture d'équipements de manutention, d'équipements des cellules chaudes ou la fabrication des équipements des piscines. Le cuvelage des piscines et des canaux du bâtiment des annexes nucléaires est bien avancé. Les hublots des cellules chaudes ont été mis en place et leur étanchéité a été testée.

La réorganisation du projet RJH, engagée en 2020, est désormais effective et ne suscite pas de remarque particulière de l'ASN.

Les excès de vibrations rencontrés en 2020 lors des essais de qualification de certains équipements internes du bloc-pile font toujours l'objet d'études et d'analyses par le CEA, afin de définir les solutions techniques adéquates pour limiter les taux d'usure des équipements.

Des traces de corrosion ont été détectées en 2021 sur une soudure de la piscine du réacteur. Des analyses ont été menées afin d'identifier les causes potentielles de cet écart et définir les actions correctives adaptées. L'avancement de ces actions a été vérifié lors de plusieurs inspections et des données complémentaires sont attendues en 2022. L'ASN a demandé au CEA une information régulière sur cette thématique.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour la construction du RJH est satisfaisante et le suivi des problèmes techniques rencontrés rigoureux, dans une démarche de transparence.

Appréciation du centre CEA de Cadarache

En 2021, l'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire du centre CEA de Cadarache est globalement satisfaisant.

L'ASN constate que l'exploitation des INB est réalisée de manière globalement satisfaisante, en particulier la maîtrise de l'état des matériels, le respect des engagements et la gestion des modifications. Des améliorations sont toutefois attendues concernant le partage du retour d'expérience notamment concernant le risque de chute d'objets massifs lors des opérations de manutention.

La surveillance des intervenants extérieurs dont les contrats sont suivis par le service technique du centre a progressé, avec une meilleure définition des responsabilités entre les services du centre et les INB et une meilleure formalisation des plans de surveillance. Le CEA devra réaliser une évaluation périodique de l'adéquation et de l'efficacité de la surveillance qu'il réalise sur les intervenants extérieurs.

Concernant le confinement des substances radioactives, le suivi de la première barrière de confinement est globalement bien réalisé. Le suivi des autres barrières valorisées dans les démonstrations de sûreté des INB (parois des locaux, systèmes de ventilation et filtration) devra être renforcé, afin d'assurer leur bonne performance.

Les engagements pris à la suite des inspections et des événements significatifs, par les installations et au niveau du centre, sont globalement respectés.

L'ASN constate que la gestion des écarts progresse de manière globale sur le centre. Des améliorations sont cependant attendues, dans certains services, concernant l'analyse des causes ou celle des tendances relatives à la répétition d'écarts de nature similaire.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour mener la réévaluation et l'examen de conformité des réexamens périodiques des installations est satisfaisante, mais que, dans le cadre de la mise en œuvre des plans d'action, la planification des actions et la traçabilité de leur réalisation doivent encore être améliorées.

En matière de gestion des situations d'urgence, l'ASN considère que l'organisation globale du centre s'est améliorée, notamment au regard des conclusions de l'inspection du 10 octobre 2018. Un travail important reste toutefois encore à réaliser, au niveau des installations, pour la définition des fonctions des personnes intervenant en situation d'urgence. Le déclenchement du PUI et l'alerte des pouvoirs publics doivent également être rendus plus rigoureux. L'ASN souligne que les mesures compensatoires proposées par le CEA dans l'attente de disposer d'un centre de crise robuste aux aléas extrêmes devront être maintenues opérationnelles. Des compléments concernant la qualification de certaines de ces mesures sont attendus.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que la situation du centre CEA de Cadarache est satisfaisante. Elle note favorablement la mise en place d'autocontrôles internes, qui permettent le partage des bonnes pratiques et qui ont également permis d'analyser la vulnérabilité à la falsification des documents opérationnels de radioprotection.

L'ASN constate que le niveau de protection de l'environnement a progressé. Des améliorations sont cependant encore attendues concernant le suivi du réseau d'effluents industriels, la mise en conformité du parc de piézomètres du centre, l'entreposage de produits dangereux et la gestion des eaux pluviales du centre, notamment en matière d'entretien du réseau et de suivi des rejets.

ITER

L'installation ITER (INB 174), en cours de construction depuis 2010 sur le site de Cadarache et attenante aux installations du CEA, sera un réacteur expérimental de fusion, dont l'objectif est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion thermonucléaire obtenue par confinement magnétique d'un plasma de deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (puissance de 500 MW développée pendant 400 secondes). Ce projet international bénéficie du soutien financier de la Chine, de la Corée du Sud, des États-Unis, de l'Inde, du Japon, de la Russie et de l'Union européenne, qui fournissent en nature certains équipements du projet.

Les quantités importantes de tritium qui seront mises en jeu dans cette installation, le flux neutronique intense, ainsi que l'activation des matériaux qui en résulte constituent des enjeux particuliers du point de vue de la radioprotection et représenteront de véritables défis pour la gestion sûre des déchets pendant l'exploitation et lors du démantèlement de l'installation.

Les travaux sur le site et la fabrication des équipements se poursuivent, avec un objectif de mise en œuvre du premier plasma d'hydrogène retardé par rapport à l'année 2025, préalablement annoncée. La révision du planning, intégrant l'évaluation de l'impact de la pandémie de Covid-19, est encore attendue et devrait être formalisée courant 2022.

L'année 2021 a notamment été marquée par la préparation du premier secteur de la chambre à vide, avec la mise en place de ses équipements et protections thermiques dans le hall d'assemblage, afin de pouvoir le transférer dans le puits du bâtiment Tokamak ultérieurement. Un deuxième secteur est arrivé sur site et doit également être équipé.

Le lancement de la phase d'assemblage de la chambre à vide a fait l'objet d'une demande d'accord par l'Organisation ITER en mars 2020, conformément à la prescription de la décision de l'ASN du 12 novembre 2013 modifiée. À l'issue de l'instruction technique, l'ASN a constaté que l'état d'avancement de la conception de la chambre à vide et des équipements associés ne permettait pas encore d'engager cette phase d'assemblage.

L'ASN dresse un bilan global relativement satisfaisant du chantier de construction mais souligne l'impact potentiel des non-conformités concernant les secteurs de la chambre à vide sur leur soudage et leur contrôle. Ces non-conformités n'avaient pas fait l'objet d'une information à l'ASN, qui a relevé par ailleurs, lors d'une inspection, des difficultés d'accès à l'ensemble des documents demandés.

La complexité de ce projet et les évolutions régulières de l'installation rendent nécessaires une grande rigueur et une grande transparence concernant l'évolution de la configuration technique et la démonstration que les critères prévus pour la protection des personnes et de l'environnement sont bien respectés.

Ionisateur Gammaster

La société Steris exploite depuis 2008 un irradiateur industriel, dénommé Gammaster, situé sur le territoire de la commune de Marseille. Cette installation assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma), dans l'objectif de les aseptiser, de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et renferme des sources scellées de cobalt-60, qui assurent le rayonnement nécessaire à l'activité de l'installation.

Une décision n° CODEP-MRS-2021-020797 du 5 mai 2021 a porté mise en demeure de l'exploitant de se conformer au règlement (CE) n° 1005/2009 du Parlement européen et du Conseil du 16 septembre 2009 relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. L'exploitant détenait et utilisait un gaz d'extinction d'incendie dont l'emploi est interdit depuis 2020. L'exploitant a mis l'installation en conformité et la mise en demeure a été levée à la suite d'une inspection de l'ASN réalisée le 5 juillet 2021.

L'ASN estime que l'organisation de Steris pour la radioprotection et le respect des engagements est assez satisfaisante. La gestion des sources radioactives doit être améliorée et l'exploitant doit rester vigilant aux opérations de gestion des déchets et des écarts.

1 L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants ..... P. 102

1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants

1.3.2 Les effets des faibles doses

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

2 Les différentes sources de rayonnements ionisants ..... P. 106

2.1 Les rayonnements d'origine naturelle

2.1.1 Les rayonnements cosmiques

2.1.2 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

2.1.3 Le radon

2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

2.2.1 Les installations nucléaires de base

2.2.2 Le transport de substances radioactives

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

2.2.5 La gestion des sites contaminés

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

3 La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants ..... P. 109

3.1 Les doses reçues par les travailleurs

3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle

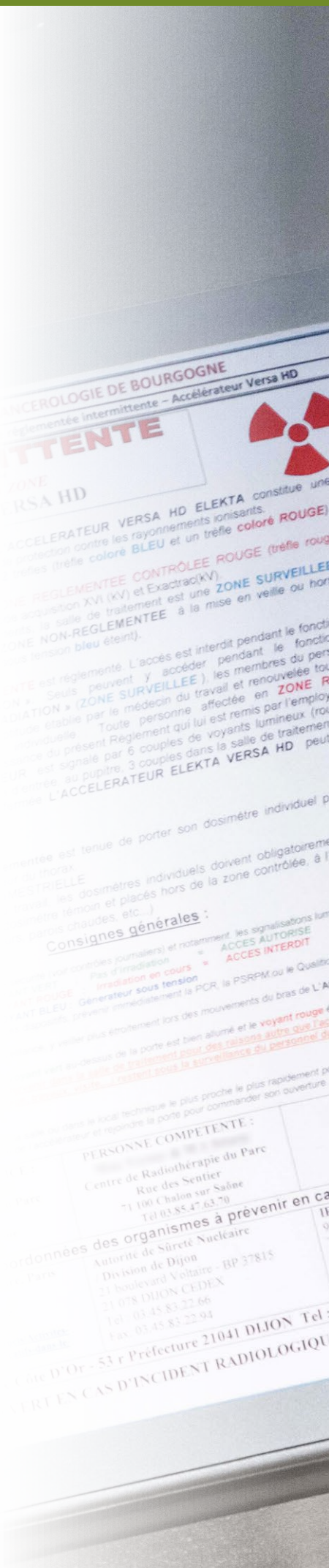
3.2 Les doses reçues par la population

3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

3.3 Les doses reçues par les patients

3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)





01

Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement

01 LES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES : RAYONNEMENTS IONISANTS ET RISQUES POUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

Les rayonnements ionisants peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités nucléaires d'origine humaine. Les expositions de la population aux rayonnements ionisants d'origine naturelle résultent de la présence de radionucléides d'origine terrestre dans l'environnement, de l'émanation de radon en provenance du sous-sol et de l'exposition aux rayonnements cosmiques.

Les activités nucléaires sont définies par le code de la santé publique (CSP) comme « *les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou de matériaux contenant des radionucléides naturels (…)* ».

Ces activités nucléaires incluent celles qui sont menées dans les installations nucléaires de base (INB) et dans le cadre du transport de substances radioactives, ainsi que dans les domaines médical, vétérinaire, industriel et de recherche.

Les différents principes auxquels doivent répondre les activités nucléaires, notamment les principes de sûreté nucléaire et de radioprotection, sont présentés au chapitre 2.

Au-delà des effets des rayonnements ionisants, les INB sont, comme toute installation industrielle, à l'origine de risques et de nuisances non radiologiques tels que les rejets de substances chimiques dans l'environnement ou l'émission de bruit.

1 // L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants sont définis comme étant capables de produire directement ou indirectement des ions lors de leur passage à travers la matière. Parmi eux, on distingue les rayons X, les rayonnements gamma, alpha et bêta, ainsi que les rayonnements neutroniques, chacun d'entre eux étant caractérisé par des énergies et des pouvoirs de pénétration différents.

1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

Qu'ils soient le fait de particules chargées, par exemple un électron (rayonnement bêta) ou un noyau d'hélium (rayonnement alpha), ou de photons (rayons X ou rayons gamma), les rayonnements ionisants interagissent avec les molécules constitutives des cellules de la matière vivante et les transforment chimiquement. Parmi les lésions ainsi créées, les plus importantes concernent l'ADN des cellules ; elles ne sont pas fondamentalement différentes de celles provoquées par certaines substances chimiques toxiques, exogènes (extérieures à l'organisme) ou endogènes (résultant du métabolisme cellulaire).

Lorsqu'elles ne sont pas réparées par les cellules elles-mêmes, ces lésions peuvent conduire soit à la mort cellulaire soit à l'apparition d'effets biologiques néfastes, dès lors que le tissu ne peut plus assurer ses fonctions.

Ces effets, appelés « effets déterministes », sont connus de longue date puisque les premiers effets ont été décrits assez tôt après la découverte des rayons X par W. Röntgen (début des années 1900). Ils dépendent de la nature du tissu exposé et apparaissent de façon certaine dès que la quantité de rayonnements absorbée dépasse un certain niveau de dose. Parmi ces effets, citons par exemple l'érythème, la radiodermite, la radionécrose et la cataracte. Les effets sont d'autant plus graves que la dose de rayonnements reçue par le tissu est elle-même importante.

Les cellules peuvent aussi réparer, mais de façon imparfaite ou erronée, les lésions ainsi provoquées. Parmi les lésions qui subsistent, celles de l'ADN revêtent un caractère particulier, car des anomalies résiduelles au niveau des chromosomes peuvent être transmises par divisions cellulaires successives à de nouvelles cellules. Une seule mutation génétique est loin d'être suffisante pour la transformation en cellule cancéreuse, mais cette lésion due aux rayonnements ionisants peut constituer une première étape vers la cancérisation qui apparaît après un laps de temps variable (cinq à vingt ans après l'exposition).

La suspicion d'un lien de causalité entre une exposition aux rayonnements ionisants et la survenue d'un cancer remonte à 1902 (observation d'un cancer de la peau sur une radiodermite).

Par la suite, plusieurs types de cancer ont été observés en milieu professionnel, dont certains types de leucémie, des cancers bronchopulmonaires (par inhalation de radon) et des ostéosarcomes de la mâchoire. Hors du domaine professionnel, le suivi pendant plus de soixante ans d'une cohorte[1] d'environ 85 000 personnes irradiées à Hiroshima et Nagasaki (Japon) a permis de faire régulièrement le point sur la morbidité et la mortalité par cancer après exposition aux rayonnements ionisants, et de décrire les relations dose-effets, à la base de la réglementation actuelle. D'autres travaux épidémiologiques ont permis de mettre en évidence, chez les patients traités par radiothérapie, une augmentation statistiquement significative des cancers (effets secondaires) imputables aux rayonnements ionisants. Citons également l'accident de Tchernobyl (Ukraine) qui, du fait de l'iode radioactif rejeté, a provoqué dans les régions

1. Cohorte : groupe d'individus considérés comme un ensemble et participant à une étude statistique des circonstances d'apparition des maladies.

proches du lieu de l'accident un excès de cancers de la thyroïde chez des sujets jeunes exposés pendant leur enfance. Les conséquences sanitaires de l'accident de Fukushima (Japon) pour les populations avoisinantes ne sont pas encore suffisamment connues et analysées pour en tirer les enseignements au plan épidémiologique.

Le risque de cancer radio-induit apparaît pour différents niveaux d'exposition et n'est pas lié à un dépassement de seuil. Il se manifeste par un accroissement de la probabilité de cancer pour une population d'âge et de sexe donnés. On parle alors d'effets probabilistes, stochastiques (produits par l'effet du hasard) ou aléatoires.

Établis au plan international, les objectifs de santé publique de la radioprotection visent à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire la probabilité d'apparition de cancers liés à une exposition aux rayonnements ionisants, aussi appelés « cancers radio-induits » ; l'ensemble des résultats des études semble indiquer que les cancers radio-induits constituent le risque sanitaire prépondérant lié à l'exposition aux rayonnements ionisants.

1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

En France, la surveillance de l'épidémiologie des cancers est fondée sur des registres de maladies, sur la surveillance des causes de décès et, plus récemment, s'appuie également sur l'exploitation des données du programme médicalisé des systèmes d'information des établissements de santé et sur les déclarations d'affection de longue durée. Les registres sont des structures qui réalisent « *un recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie, à des fins de recherche et de santé publique, par une équipe ayant les compétences appropriées* ». Certains dits « généraux » s'intéressent à tous les types de cancer, leur périmètre est départemental ou interdépartemental ; d'autres, dits « spécialisés », se focalisent sur un cancer particulier. Leur portée est un périmètre géographique variable (agglomération, département, région, voire national). Les trois registres nationaux concernent pour le premier le mésothéliome de la plèvre dans le cadre d'exposition principalement aux fibres d'amiante, les deux autres couvrent l'ensemble des pathologies cancéreuses de l'enfant et de l'adolescent jusqu'à 18 ans (source : INCa).

Dans une zone couverte par un registre, l'objectif est de mettre en évidence des différences de répartition spatiale, de dégager des évolutions temporelles en termes d'augmentation ou de diminution du taux d'incidence des différentes localisations cancéreuses, ou encore de repérer un agrégat de cas.

En fonction de la qualité de leur base de données populationnelle et de leur ancienneté, certains registres participent à de nombreuses études explorant les facteurs de risque des cancers (dont les risques environnementaux). Cependant, les registres ne couvrent pas nécessairement les régions proches des installations nucléaires.

L'investigation épidémiologique est une tâche complémentaire de la surveillance. Elle a pour vocation de mettre en évidence une association entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie, entre une cause possible et un effet, ou tout au moins de permettre d'affirmer que l'existence d'une telle relation causale présente une très forte probabilité. La difficulté intrinsèque à mener ces études est à rappeler, de même que la difficulté à conclure de façon convaincante lorsque le délai d'apparition de la maladie est long ou encore lorsque le nombre de cas attendus est faible, ce qui est notamment constaté pour des expositions faibles de quelques dizaines de millisieverts (mSv).

Les cohortes comme celles de Hiroshima et de Nagasaki ont clairement mis en évidence un excès de cancers, alors que l'exposition moyenne est de l'ordre de 200 mSv ; des études sur des travailleurs de l'industrie nucléaire, publiées durant ces dernières années, suggèrent qu'il ne peut être exclu un risque de cancer à des doses plus faibles (doses cumulées sur plusieurs années).

Ces résultats soutiennent la justification d'une protection radiologique des populations exposées aux faibles doses de rayonnements ionisants (travailleurs de l'industrie nucléaire, personnels médicaux, exposition médicale à finalité diagnostique, etc.).

En raison de données insuffisantes sur l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer, des estimations sont fournies en extrapolant de façon linéaire et sans seuil les effets observés décrits aux fortes doses. Ces modélisations donnent des estimations des risques encourus lors d'une exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants qui restent cependant controversées au niveau scientifique. Des études sur de très larges populations sont actuellement en cours pour étoffer ces modélisations.

Sur la base des synthèses scientifiques du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* – UNSCEAR), la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a publié les coefficients de risque de décès par cancer dus aux rayonnements ionisants, soit 4,1 % d'excès de risque par sievert pour les travailleurs et 5,5 % par sievert pour la population générale (voir publication CIPR 103).

L'évaluation du risque de cancer du poumon dû au radon[2] repose sur un grand nombre d'études épidémiologiques, réalisées directement dans l'habitat, en France et à l'échelle internationale. Elles ont permis de décrire une relation linéaire, même pour une exposition faible (200 becquerels par mètre cube – Bq/m^3) sur une durée de vingt à trente ans. En 2009, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a recommandé un niveau de référence de 100 Bq/m^3, et dans tous les cas de rester en deçà de 300 Bq/m^3. La publication 115 de la CIPR a comparé les risques de cancer du poumon observés dans le cadre des études sur les mineurs d'uranium avec ceux observés en population générale et a conclu à une très bonne concordance des risques observés dans ces deux conditions d'exposition au radon. Les recommandations de la CIPR confortent celles émises par l'OMS, qui considère que le radon constitue, loin après le tabac, le facteur le plus important de risque de cancer du poumon. Par ailleurs, pour des expositions au radon égales, le risque de cancer du poumon est beaucoup plus élevé chez les fumeurs : trois quarts des décès par cancer du poumon attribuables au radon surviendraient chez des fumeurs.

En France métropolitaine, environ 12 millions de personnes, réparties dans près de 7 000 communes, sont potentiellement exposées à des concentrations élevées en radon. Selon l'Agence nationale de santé publique (2018), le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon attribuables au radon en France métropolitaine est estimé à environ 4 000 par an, loin derrière celui dû au tabac (le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon en France métropolitaine est estimé à 46 363 en 2018). À l'initiative de l'ASN, un plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon a été mis en place depuis 2004, il est périodiquement réactualisé. Le 4^e plan (2020-2024) a été publié début 2021 (voir point 3.2.2).

2. *Le radon est un gaz radioactif naturel, descendant de l'uranium et du thorium, émetteur de particules alpha et classé cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) depuis 1987.*

1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

Les actions menées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour prévenir les accidents et limiter les nuisances ont permis de réduire les risques sans toutefois les supprimer, qu'il s'agisse, par exemple, des doses reçues par les travailleurs ou de celles associées aux rejets des installations nucléaires de base (INB). De nombreuses incertitudes subsistent ; elles conduisent l'ASN à rester attentive aux résultats des travaux scientifiques en cours, en radiobiologie et en radiopathologie par exemple, avec des retombées possibles en radioprotection, notamment en ce qui concerne la gestion des risques liés aux faibles doses.

On peut citer, en particulier, plusieurs zones d'incertitudes concernant la radiosensibilité, les effets des faibles doses en fonction de l'âge, l'existence de signatures (mutations spécifiques de l'ADN) qui pourraient être observées dans des cancers radio-induits et certaines maladies non cancéreuses observées dans les suites de radiothérapie.

1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé varient d'un individu à l'autre. Dès 1906, Bergonié et Tribondeau ont avancé pour la première fois qu'une même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte.

La variabilité de la radiosensibilité individuelle est observée aux fortes doses de rayonnements ionisants, notamment en termes de réponses tissulaires. Elle a été bien documentée par les radiothérapeutes et les radiobiologistes. Des niveaux de radiosensibilité élevés ont été constatés dans le cas de sujets souffrant de maladies génétiques de la réparation de l'ADN et de la signalisation cellulaire, ils peuvent chez ces personnes conduire à des « brûlures radiologiques ». De telles réponses anormales sont également observées chez des personnes souffrant de maladies neurodégénératives.

Aux doses faibles et modérées, cette variabilité de la radiosensibilité, à l'échelle cellulaire notamment, est de plus en plus documentée ainsi que le fait qu'une radiosensibilité à un niveau de dose n'implique pas nécessairement une radiosensibilité à d'autres niveaux de doses. Grâce à l'abaissement des seuils de détection, certaines méthodes récentes d'immunofluorescence de cibles moléculaires de la signalisation et de la réparation des lésions de l'ADN permettent de mieux documenter les effets des rayonnements ionisants aux faibles doses. Les recherches effectuées avec ces nouvelles méthodes apportent des résultats qui doivent encore être validés en clinique avant d'être intégrés dans les pratiques médicales.

Les travaux du Groupe de recherche européen sur les faibles doses (*Multidisciplinary European Low Dose Initiative* – MELODI) et pour le domaine médical (*European platform for research activities in medical radiation protection* – Euramed) se poursuivent sur ce sujet. Le groupe de travail (TG111) de la CIPR dédié à ce sujet a publié une revue de l'état des connaissances sur la radiosensibilité individuelle et des possibilités de la prédire en vue d'élaborer des recommandations internationales de radioprotection. Toutefois, à ce stade, il ressort qu'aucun biomarqueur valide ne permet cette prédiction. La réponse individuelle aux rayonnements ionisants demeure un sujet important de recherche et d'application en radiobiologie et en radioprotection (Euratom 2021-2022), tout en suscitant des questions éthiques et sociétales.

1.3.2 Les effets des faibles doses

La relation linéaire sans seuil

L'hypothèse de cette relation, retenue pour modéliser l'effet des faibles doses sur la santé (voir point 1.2), aussi commode soit-elle sur un plan réglementaire, aussi prudente soit-elle sur un plan sanitaire, n'a pas toute l'assise voulue sur un plan scientifique. Certains estiment que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres pensent que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil ; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique. La recherche en biologie moléculaire et cellulaire progresse, les études épidémiologiques menées sur des cohortes importantes aussi. Mais, face à la complexité des phénomènes de réparation

ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DUE AU RADON : LES RECOMMANDATIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE

La CIPR, qui a émis de nouvelles recommandations pour le calcul des doses efficaces et équivalentes (publication 103) en 2007, actualise progressivement les valeurs des coefficients de dose efficace pour l'exposition interne et externe. Sa publication 137 (2017), intitulée *Incorporation de radionucléides en milieu du travail – Partie 3*, porte sur 14 radioéléments, dont le radon.

Les doses délivrées par le radon et ses descendants dépendent de nombreux paramètres (variabilité des situations d'exposition, des individus, etc.).

La publication 115 de la CIPR (2010) a permis une mise à jour du risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon sur la base de nouvelles études épidémiologiques. La CIPR avait conclu que le risque de décès par cancer du poumon chez les adultes ayant été exposés de façon chronique à de faibles concentrations de radon était près de deux fois plus élevé que celui estimé sur la base des connaissances disponibles en 1993 (publication 65).

Ces coefficients reposaient sur une approche épidémiologique. La CIPR, dans sa publication 137, propose de nouveaux coefficients basés sur une approche dosimétrique, comme pour les autres radionucléides. Ils conduisent, à exposition égale au radon et à ses descendants, à augmenter de façon significative la dose efficace annuelle reçue par les travailleurs exposés au radon (près de deux fois plus élevée).

En attendant la mise à jour de la réglementation(*), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a évalué en 2021 les conséquences de l'adoption de nouveaux coefficients de dose publiés par la CIPR dans sa publication 137 sur l'exposition au radon de la population(**). Ces calculs conduisent à une dose efficace moyenne annuelle en France de 3,5 mSv avec une variation selon les communes de 0,75 millisieverts par an (mSv/an) à 47 mSv/an. L'exposition moyenne globale de la population passerait ainsi de 4,5 mSv/an à 6,5 mSv/an, l'exposition au radon représentant 54 % de l'exposition globale contre 33 % actuellement.

(*) Arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants.

(**) Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.

et de mutation de l'ADN, face aux limites méthodologiques de l'épidémiologie, des incertitudes demeurent et la précaution s'impose pour les décideurs publics.

La dose, le débit de dose et la durée de l'exposition

Les études épidémiologiques réalisées sur les personnes exposées aux bombardements de Hiroshima et de Nagasaki ont permis de mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé, pour des expositions dues à une irradiation externe (exposition externe) en quelques fractions de seconde, à forte dose et fort débit de dose[3] de rayonnements ionisants. Les études menées dans les pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie) ont aussi fait avancer les connaissances sur l'effet des rayonnements sur la santé pour des expositions dues à une contamination interne (exposition interne), notamment à l'iode radioactif. Les études sur les travailleurs de l'industrie nucléaire ont permis de mieux préciser le risque pour des expositions chroniques à faibles doses établies sur de nombreuses années, que ce soit le résultat d'expositions externes ou de contaminations internes.

Les effets héréditaires

La survenue d'éventuels effets héréditaires des rayonnements ionisants chez l'homme reste incertaine. De tels effets n'ont pas été observés chez les survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki. Cependant, des effets héréditaires ont été bien documentés dans des travaux expérimentaux chez l'animal : les mutations induites par les rayonnements ionisants dans les cellules germinales sont transmissibles à la descendance. La mutation récessive d'un gène sur un chromosome ne donnera aucun signe clinique ou biologique tant que le même gène porté par l'autre chromosome homologue ne sera pas atteint ; si elle n'est pas nulle, la probabilité de ce type d'événement reste cependant faible.

La protection de l'environnement

La radioprotection a pour but d'empêcher ou de réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par des effets délétères portés à l'environnement. Au-delà de la protection de l'environnement orientée vers la protection de l'homme et des générations présentes ou futures, la protection des espèces non humaines fait partie en tant que telle de la protection de l'environnement prescrite en France par la Charte constitutionnelle de l'environnement. La protection de la nature au nom de l'intérêt propre des espèces animales et végétales a fait l'objet de plusieurs publications depuis 2008 (CIPR 108, 114, 124 et 148).

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

Il n'est actuellement pas possible de faire la différence entre un cancer radio-induit et un cancer qui ne le serait pas. En effet, les lésions provoquées par les rayonnements ionisants au niveau moléculaire ne semblent pas différentes de celles qui résultent du métabolisme cellulaire normal, avec l'implication dans les deux cas de radicaux libres, en particulier oxygénés. De plus, ni l'examen anatomopathologique ni la recherche de mutations spécifiques n'ont permis de différencier jusqu'à présent une tumeur radio-induite d'une tumeur sporadique.

On sait qu'aux premières étapes de la carcinogenèse (processus de formation du cancer) une cellule apparaît présentant une combinaison particulière de lésions de l'ADN lui permettant d'échapper au contrôle habituel de la division cellulaire et qu'il faut une dizaine à une centaine de lésions de l'ADN (mutations, cassures, etc.) en des points névralgiques pour franchir ces étapes.



Ouvrières (« radium girls ») peignant des aiguilles de cadrans lumineux au radium dans l'usine US Radium (United States Radium Corporation) à Orange dans le New Jersey – 1922

Tous les agents capables de léser l'ADN cellulaire (tabac, alcool, produits chimiques variés, rayonnements ionisants, température élevée, autres facteurs d'environnement notamment nutritionnels, radicaux libres du métabolisme cellulaire normal, etc.) contribuent au vieillissement cellulaire et à la carcinogenèse.

Dans une approche multirisque de la carcinogenèse, peut-on alors continuer à parler de cancers radio-induits ? Oui, compte tenu des nombreuses données épidémiologiques qui indiquent que la fréquence des cancers augmente lorsque la dose augmente, une fois tenu compte des autres principaux facteurs de risque. Cependant, l'événement radio-induit peut aussi être le seul en cause dans certains cas (cancers radio-induits chez les enfants).

La mise en évidence d'une signature radiologique des cancers, c'est-à-dire la découverte de marqueurs permettant de signer l'éventuelle composante radio-induite d'une tumeur, serait d'un apport considérable dans l'évaluation des risques liés aux expositions aux rayonnements ionisants, mais reste à ce jour non démontrée.

Le caractère multifactoriel de la carcinogenèse plaide pour une approche de précaution vis-à-vis de tous les facteurs de risque, puisque chacun d'entre eux est susceptible de contribuer à une altération de l'ADN. Ceci est particulièrement important chez les personnes présentant une radiosensibilité individuelle élevée et pour les organes les plus sensibles comme le sein et la moelle osseuse, et ce d'autant plus que les personnes sont jeunes. Les principes de justification et d'optimisation trouvent là toute leur place (voir chapitre 2).

3. Le débit de dose radioactive détermine la dose absorbée (énergie absorbée par la matière) par unité de masse et de temps. Il se mesure en gray par seconde (Gy/s) dans le système international. Il est utilisé en physique et en radioprotection.

2 // Les différentes sources de rayonnements ionisants

2.1 Les rayonnements ionisants d'origine naturelle

En France, l'exposition à la radioactivité naturelle, sous ses différents modes (exposition aux rayonnements cosmiques, rayonnements telluriques, celle liée à l'incorporation de radionucléides naturels contenus dans les denrées et l'eau de boisson et celle associée à la présence de radon dans l'habitat) représente en moyenne 66 % de l'exposition totale annuelle[4].

2.1.1 Les rayonnements cosmiques

Les rayonnements cosmiques sont composés essentiellement d'ions. Ils possèdent une composante directement ionisante et une composante indirectement ionisante due aux neutrons (dite « composante neutronique »), variables en fonction de l'altitude et de la longitude.

En prenant en compte l'altitude de chaque commune, le temps moyen passé à l'intérieur des habitations et un facteur de protection d'habitat de 0,8 (l'habitat atténue la composante ionique des rayonnements cosmiques), l'IRSN évalue la dose efficace individuelle moyenne par habitant en France à 0,31 mSv avec une variation de 0,3 à 1,1 mSv/an selon les communes.

Les voyageurs et le personnel navigant sont exposés lors de vols aériens, en fonction de l'altitude du vol et du trajet, à une exposition qui varie de quelques microsieverts (µSv) pour un vol Paris-province à près de 80 µSv pour un vol Paris-Ottawa. La dose efficace moyenne annuelle reçue par la population est en France de 14 µSv.

Du fait d'une exposition accrue aux rayonnements cosmiques en raison de séjours prolongés en altitude, une surveillance dosimétrique s'impose pour le personnel navigant (voir point 3.1.3).

2.1.2 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

Les radionucléides naturels d'origine terrestre sont présents à des teneurs diverses dans tous les milieux constitutifs de notre environnement et de l'organisme humain. Ils conduisent à une exposition externe de la population du fait des rayonnements gamma émis par les produits de filiation de l'uranium-238 et du thorium-232, et par le potassium-40 présents dans les sols.

Les teneurs en radionucléides naturels dans les sols sont extrêmement variables. Les valeurs des débits de dose d'exposition externe, à l'air libre, s'échelonnent en France, selon les régions, entre quelques nanosieverts par heure (nSv/h) et 100 nSv/h.

Exposition externe aux rayons gamma d'origine tellurique

À partir de résultats de mesures du débit de dose gamma ambiant sur le territoire à l'intérieur des bâtiments, de la cartographie du potentiel uranium des formations géologiques, d'une corrélation entre le débit de dose γ d'origine tellurique à l'extérieur de l'habitat et celui à l'intérieur de l'habitat et d'hypothèses sur le temps passé par la population à l'intérieur et à l'extérieur des habitations (respectivement 92 % et 8 %), la dose efficace annuelle moyenne due à l'exposition externe aux rayonnements gamma d'origine tellurique est estimée en France par l'IRSN à environ 0,63 mSv par personne et par an. Elle varie de 0,30 mSv/an à 2,0 mSv/an selon les communes.

Exposition liée à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle

La moyenne de l'exposition interne due à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle est estimée à 0,55 mSv/an. Les deux principales composantes de cette exposition sont l'incorporation par l'alimentation et les eaux de boisson de potassium-40 (0,18 mSv) et des descendants des chaînes de l'uranium et du thorium (0,32 mSv).

En fonction des habitudes de consommation de chacun, en particulier de la consommation de poissons, de fruits de mer et de tabac, cette exposition peut fortement varier : de 0,4 mSv/an jusqu'à plus de 3,1 mSv/an pour, respectivement, les personnes ne consommant pas ces produits et celles en consommant de façon importante.

Les eaux destinées à la consommation humaine, notamment celles d'origine souterraine, ainsi que les eaux minérales, se chargent en radionucléides naturels du fait de la nature des couches géologiques dans lesquelles elles séjournent. La concentration en descendants de l'uranium et du thorium, mais aussi en potassium-40, varie selon les ressources exploitées, compte tenu de la nature géologique du sous-sol. La dose efficace moyenne liée aux descendants des chaînes U-Th dans les eaux de boisson est estimée par l'IRSN à 0,01 mSv/an. Une valeur haute de 0,30 mSv/an est retenue pour illustrer la variabilité de cette exposition.

2.1.3 Le radon

Certaines zones géographiques présentent un potentiel élevé d'exhalation de radon du fait des caractéristiques géologiques des terrains (sous-sol granitique par exemple). La concentration mesurée à l'intérieur des habitations dépend également de l'étanchéité du bâtiment (soubassements), de la ventilation des pièces et du mode de vie des occupants.

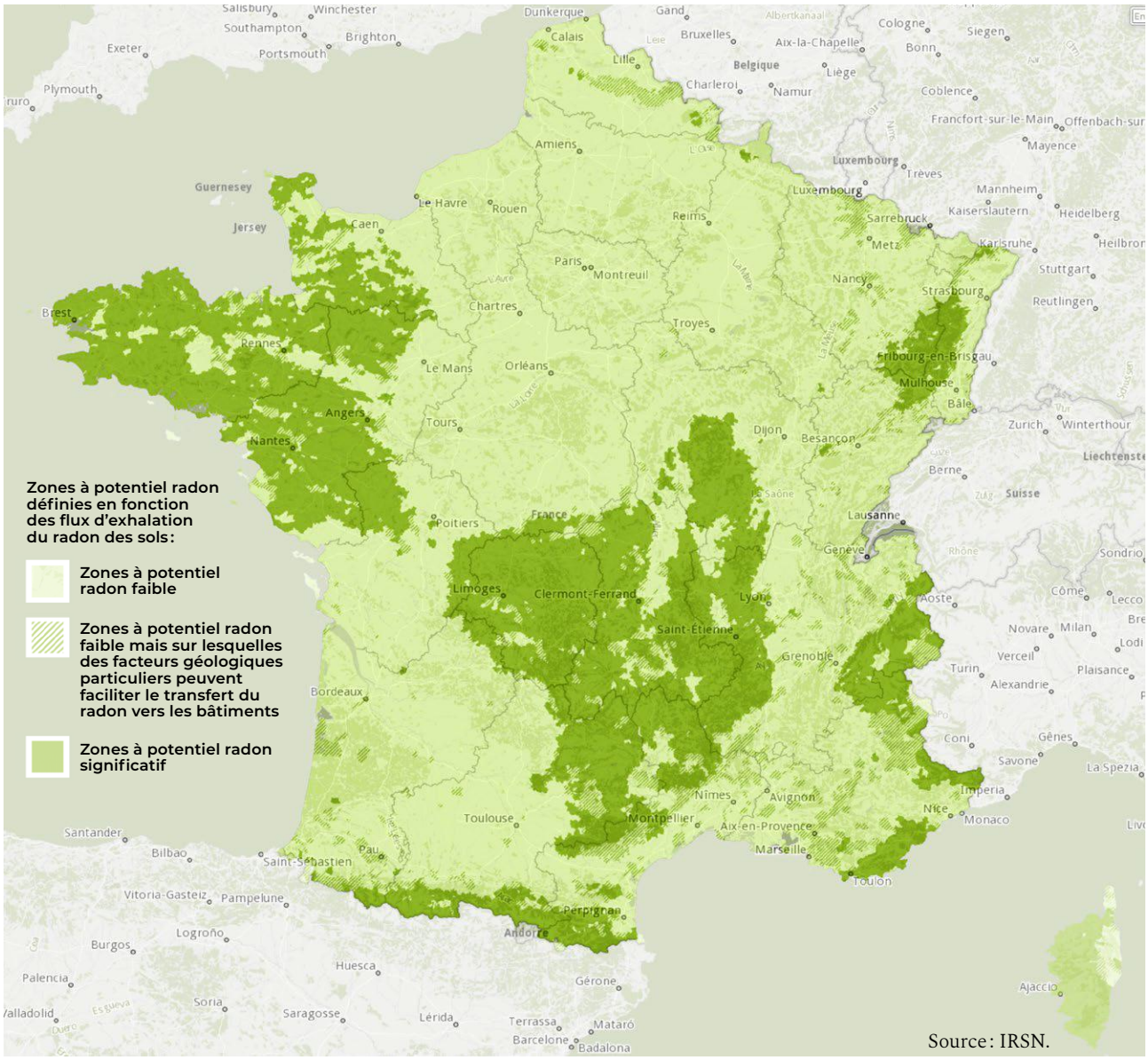
Des campagnes nationales de mesurages avaient permis de classer les départements en fonction du potentiel d'exhalation de radon des terrains. En 2011, l'IRSN a publié une cartographie du territoire national en considérant le potentiel d'exhalation de radon dans le sol, à partir des données du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). Sur cette base, une classification plus fine, par commune, a été publiée par l'arrêté interministériel du 27 juin 2018 (voir moteur de recherche par commune et cartographie disponibles sur *asn.fr* et *irsn.fr*).

À partir des résultats de mesures disponibles et de la cartographie du potentiel radon géogénique du territoire, le temps moyen passé à l'intérieur des habitations et d'hypothèses sur les habitats concernés (collectifs ou individuels), l'IRSN a estimé la concentration moyenne en radon pour chaque commune : la concentration moyenne en radon-222 à l'intérieur de l'habitat en France métropolitaine, pondérée par la population et le type d'habitat, est de 60,8 Bq/m³. En utilisant le facteur de dose de la CIPR 65 actuellement en vigueur, la dose efficace moyenne par habitant est estimée à 1,45 mSv/an. En fonction des communes, cette dose efficace varie de 0,31 mSv/an à 19 mSv/an. L'IRSN a par ailleurs publié une évaluation des conséquences de l'adoption des nouveaux coefficients publiés par la CIPR dans sa publication 137 (voir encadré en page 104).

La nouvelle obligation faite aux laboratoires d'analyse des détecteurs radon de transmettre à l'IRSN les résultats des mesurages et les résultats attendus de l'action 7 du 4e plan national

4. *Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.*

ZONES À POTENTIEL RADON EN FRANCE MÉTROPOLITAINE DÉFINIES PAR L'ARRÊTÉ DU 27 JUIN 2018



d'action de gestion du risque lié au radon (voir point 3.2), relative à la définition des modalités d'organisation pour la collecte des données de mesure du radon, doivent permettre d'améliorer la connaissance des expositions au radon en France.

2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

Les activités humaines impliquant des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, appelées activités nucléaires, peuvent être regroupées selon la nomenclature suivante :

- l'exploitation des INB ;
- le transport de substances radioactives ;
- les activités nucléaires de proximité ;
- l'élimination des déchets radioactifs ;
- la gestion des sites contaminés ;
- les activités générant un renforcement des rayonnements ionisants d'origine naturelle.

2.2.1 Les installations nucléaires de base

Les activités nucléaires sont de nature très diverse et couvrent toute activité touchant à la mise en œuvre ou à l'utilisation de substances radioactives ou de rayonnements ionisants. Ces activités sont soumises à des dispositions générales du code de la santé publique et, selon leur nature et les risques qu'elles présentent, à un régime juridique spécifique. Les INB sont définies à l'article L. 593-2 du code de l'environnement :

1° Les réacteurs nucléaires ;

2° Les installations répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État, de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;

3° Les installations contenant des substances radioactives ou fissiles et répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;

4° Les accélérateurs de particules répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;

5° Les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs mentionnés à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement.

Les installations relèvent du régime des INB, régi par les chapitres III et VI du titre IX du livre V du code de l'environnement et les textes pris pour leur application.

La liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2021 figure en annexe de ce rapport.

La prévention des risques accidentels et la sûreté nucléaire

Le principe fondamental adopté internationalement sur lequel repose le système d'organisation et de réglementation spécifique de la sûreté nucléaire est celui de la responsabilité de l'exploitant (voir chapitre 2). Les pouvoirs publics veillent à ce que cette responsabilité soit pleinement assumée dans le respect des prescriptions réglementaires. Pour ce qui concerne la prévention des risques pour les travailleurs, l'exploitant d'une INB est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Il doit en particulier s'assurer du respect des règles générales applicables à l'ensemble des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (organisation du travail, prévention des accidents, suivi médical des travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures, etc.).

Pour les questions relevant de la protection de la population et de l'environnement, l'exploitant de l'INB doit également mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection. Plus particulièrement, les rejets d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs, sont strictement limités (voir chapitre 3).

2.2.2 Le transport de substances radioactives

Lors du transport de substances radioactives, les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ainsi que ceux de nature chimique. La sûreté du transport de substances radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

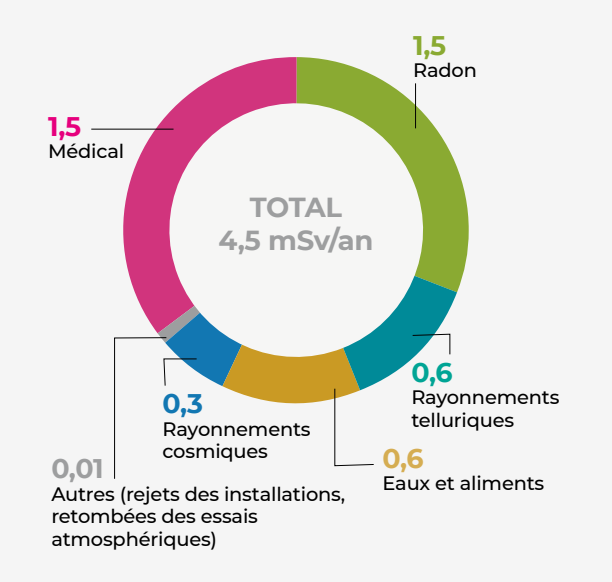
- la robustesse et l'emballage est la première ligne de défense. L'emballage joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables ;
- la fiabilité des opérations de transport constitue la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient émis par des radionucléides ou générés par des appareils électriques, sont utilisés dans de très nombreux domaines dont la médecine (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées), la biologie, la recherche, l'industrie, mais aussi les applications vétérinaires ou la conservation des denrées alimentaires.

L'employeur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. L'exploitant de l'installation doit également mettre en place les dispositions prévues par le code de la santé publique pour assurer la gestion des sources de rayonnements ionisants qu'il détient (notamment les sources radioactives), assurer, le cas échéant, la gestion des déchets produits et limiter les rejets des effluents liquides et gazeux. Dans le cas d'utilisation à des fins médicales, les questions concernant la protection des patients sont également prises en compte.

DIAGRAMME 1 **Exposition moyenne aux rayonnements ionisants de la population en France (mSv/an)**



Source : IRSN, 2021.

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

Comme toutes les activités industrielles, les activités nucléaires peuvent créer des déchets dont certains sont radioactifs. Les trois principes fondamentaux sur lesquels s'appuie une gestion rigoureuse des déchets radioactifs sont la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité des déchets et l'information du public.

Les dispositions techniques de gestion à mettre en œuvre doivent être adaptées au risque présenté par les déchets radioactifs. Ce risque peut être estimé principalement au travers de deux paramètres : l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, et la période, durée au bout de laquelle l'activité est divisée par deux.

Enfin, la gestion des déchets radioactifs doit être déterminée préalablement à toute création d'activité nouvelle ou modification d'activité existante afin de :

- s'assurer de la disponibilité de filières de traitement des différentes catégories de déchets susceptibles d'être produits, depuis la phase amont (production de déchets et conditionnement sous forme de colis) jusqu'à la phase aval (entreposage, transport, stockage) ;
- optimiser les filières de gestion de déchets.

2.2.5 La gestion des sites contaminés

La gestion des sites contaminés du fait d'une radioactivité résiduelle résultant d'une activité nucléaire passée ou d'une activité ayant produit des dépôts de radionucléides naturels justifie des actions spécifiques de radioprotection, notamment dans le cas où une réhabilitation est envisagée.

Compte tenu des usages actuels ou futurs du site, des objectifs de décontamination doivent être établis. L'élimination des déchets produits lors de l'assainissement des locaux ainsi que des terres contaminées doit être maîtrisée, depuis le site jusqu'à l'entreposage ou le stockage. La gestion des objets contaminés obéit également à ces principes.

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

Les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, lorsqu'elles sont renforcées du fait des activités humaines, justifient des actions de contrôle, si elles sont susceptibles de générer un risque pour les travailleurs exposés et, le cas échéant, pour la population.

Ainsi, certaines activités incluses dans la définition des « activités nucléaires » peuvent avoir recours à l'utilisation de matériaux contenant des substances radioactives d'origine naturelle à des niveaux de concentration susceptibles d'accroître, de manière significative, l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et, dans une moindre mesure, des populations proches des lieux où sont exercées ces activités.

Les familles naturelles de l'uranium et du thorium sont les principaux radionucléides rencontrés dans ces industries ; on peut citer :

- la production pétrolière et gazière d'énergie géothermique, de dioxyde de titane, d'engrais phosphatés et de ciment ;
- l'extraction de terres rares et de granits ;
- les activités de fonderie d'étain, de plomb ou de cuivre.

Les actions de radioprotection à mener dans ce domaine visent les travailleurs (risque d'irradiation externe et de contamination interne, radon) mais aussi la population, par exemple, dans le cas de rejets d'effluents dans l'environnement ou de production de résidus susceptibles d'être réutilisés, notamment, dans les matériaux de construction. Depuis 2018, ces activités sont soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement.

3 // La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Du fait de la difficulté d'attribuer un cancer au seul facteur de risque rayonnements ionisants, pour prévenir les cancers dans la population, une « surveillance du risque » est réalisée par la mesure d'indicateurs de la radioactivité ambiante (mesure des débits de dose par exemple), de la contamination interne ou, à défaut, par la mesure de grandeurs (activités dans les rejets d'effluents radioactifs) qui peuvent permettre ensuite de procéder, par la modélisation et le calcul, à une estimation des doses reçues par les populations exposées.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants d'origine naturelle ou ayant pour origine des activités humaines, mais de façon inégale sur le territoire. L'exposition moyenne de la population française est estimée à 4,5 mSv par personne et par an, mais cette exposition présente une grande variabilité individuelle, notamment selon le lieu d'habitation (potentiel radon de la commune, niveau de rayonnements telluriques), le nombre d'examens radiologiques réalisés, les habitudes de consommation (tabac, denrées alimentaires) et de vie (voyages en avion). La dose efficace individuelle annuelle moyenne peut ainsi varier de 1,6 mSv à 28 mSv[5]. Le diagramme 1 représente une estimation des contributions respectives des différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française.

3.1 Les doses reçues par les travailleurs

3.1.1 La surveillance de l'exposition des personnes travaillant dans les installations nucléaires

Le système de surveillance des expositions des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants, travaillant notamment dans les INB ou dans les installations relevant du nucléaire de proximité, est en place depuis plusieurs décennies.

Fondé principalement sur le port obligatoire du dosimètre à lecture différée pour les travailleurs susceptibles d'être exposés, il permet de vérifier le respect des limites réglementaires applicables aux travailleurs. Ces limites visent l'exposition totale (depuis 2003, la limite annuelle, exprimée en termes de dose efficace, est de 20 mSv sur 12 mois consécutifs), obtenue en ajoutant la dose due à l'exposition externe et celle résultant d'une éventuelle contamination interne ; d'autres limites, appelées « limites de dose équivalente », sont définies pour l'exposition externe de certaines parties du corps telles que les mains et le cristallin (voir rubrique « Réglementer » sur *asn.fr*).

Les données enregistrées permettent de connaître, pour chaque travailleur, y compris ceux des entreprises extérieures, la dose d'exposition cumulée sur une période déterminée (mensuelle ou trimestrielle). Elles sont rassemblées dans le système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (Siseri) géré par l'IRSN et font l'objet d'une publication annuelle.

Les résultats de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants présentés ci-après sont issus du bilan IRSN 2020 – *La radioprotection des travailleurs – Exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France*. Sur le plan méthodologique, comme pour les trois années précédentes, le bilan IRSN 2020 de l'exposition externe a été exclusivement réalisé à partir des données de la surveillance individuelle de l'exposition externe des travailleurs enregistrées dans la base Siseri. Jusqu'en 2016, les bilans étaient exclusivement élaborés par agrégation des synthèses annuelles demandées aux organismes de dosimétrie. En conséquence, les résultats de 2020 pour l'exposition externe ne sont directement comparables qu'à ceux de 2019, 2018 et 2017. Afin de pouvoir néanmoins établir des tendances, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique (voir tableau 3).

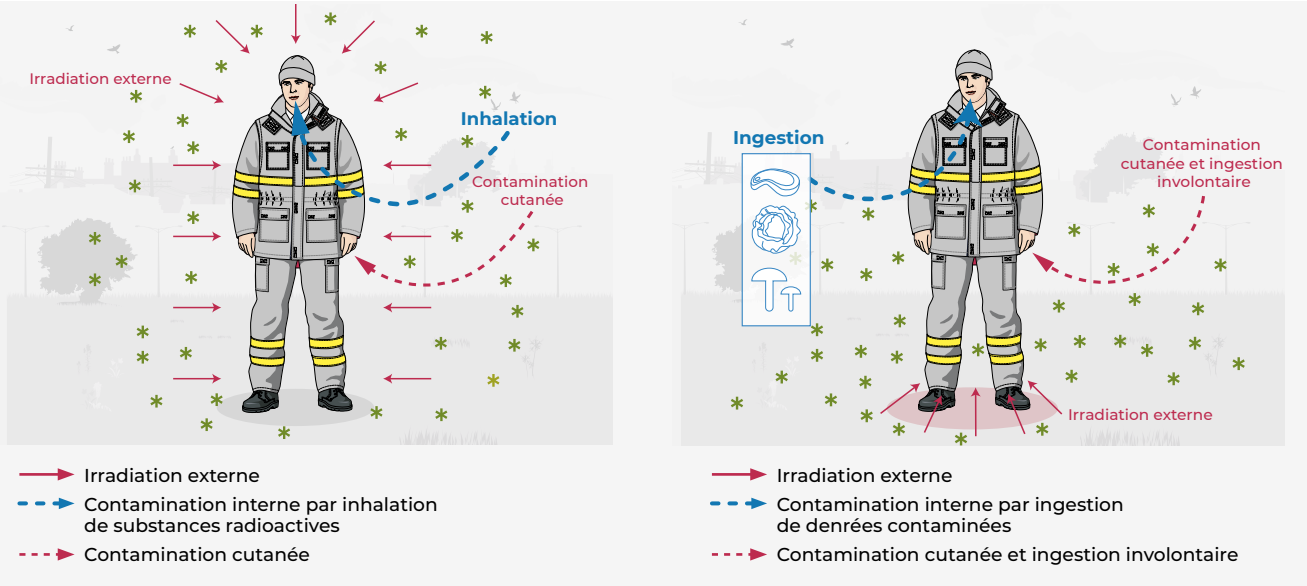
Les tableaux 1 et 2 présentent, par domaine d'activité et pour l'année 2020, la répartition des effectifs surveillés, de la dose collective (somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné) et du nombre de dépassements de la limite annuelle de 20 mSv. Ils témoignent d'une grande disparité de la répartition des doses selon les secteurs.

Par exemple, le secteur des activités médicales et vétérinaires, qui regroupe une part importante des effectifs surveillés (59 %), ne représente que 11 % de la dose collective ; par contre, le secteur de l'industrie du nucléaire civil qui ne représente que 22 % des effectifs, comptabilise 52 % de la dose collective et le secteur concerné par une exposition à la radioactivité naturelle qui ne représente que 5,9 % de l'effectif total, comptabilise 31 % de la dose collective. Le secteur industriel, quant à lui, représente 4,2 % des effectifs et comptabilise 3,5 % de la dose collective.

Le tableau 3 montre que le nombre total de travailleurs suivis par dosimétrie externe à lecture différée est en augmentation d'environ 1 % par an depuis 2015 jusqu'en 2019. En 2020, le nombre de travailleurs suivis a diminué de 1,9 %.

5. *Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.*

SOURCES ET VOIES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS



En 2020, la dose collective (tous domaines confondus) est de 72,43 homme.Sv[6], valeur en baisse de 35,5 % par rapport à 2019 et qui n'a jamais été aussi basse depuis 2015. Cette baisse concerne tous les domaines d'activité et s'explique principalement par la diminution du trafic aérien et donc une moindre exposition aux rayonnements cosmiques pour le personnel navigant et l'étalement du volume des travaux de maintenance dans le domaine nucléaire, tous deux liés aux conséquences de la pandémie.

Pour les mêmes raisons, la dose individuelle annuelle moyenne, d'une valeur de 0,78 mSv en 2020, est en baisse de 35 % par rapport à celle observée en 2019.

En 2020, cinq dépassements de la limite réglementaire de 20 mSv pour la dose efficace ont été enregistrés (voir diagramme 2) dont quatre liés à une exposition externe et un lié à une exposition interne. Les quatre cas liés à une exposition externe concernent les travailleurs des domaines médical (2), vétérinaire (1) et de l'industrie non nucléaire (1). Il convient de noter toutefois qu'à ces quatre cas s'ajoute un cinquième cas de dépassement de la limite de dose efficace, dans le domaine médical, correspondant à une dose cumulée sur 12 mois glissant de juin 2019 à mai 2020 et non sur l'année civile. Un seul cas a été a été confirmé par le médecin du travail, les autres ont été retenus par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

Le dépassement de la limite réglementaire de 20 mSv lié à l'exposition interne concerne le domaine nucléaire dans le secteur de la fabrication du combustible.

Concernant la dosimétrie des extrémités (doigts et poignets), le nombre de travailleurs suivis en 2020 est de 27 437 (soit 7 % de l'effectif suivi). Sur l'ensemble des effectifs suivis, il y a eu un cas de dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente aux extrémités de 500 mSv, dans le domaine médical (975,8 mSv).

Par ailleurs, 4 429 travailleurs ont fait l'objet d'une surveillance de l'exposition au cristallin (4 830 en 2019), témoignant probablement d'une baisse de l'activité en lien avec la crise sanitaire, après une forte augmentation les années précédentes. Quatre travailleurs (secteur de la radiologie du domaine médical) ont reçu une dose équivalente supérieure à 20 mSv. La dose maximale enregistrée est de 37,74 mSv. Cette valeur est à mettre en regard de la future limite réglementaire de dose au cristallin de 20 mSv/an à partir de 2023.

En conclusion, comme les années précédentes, le bilan de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants en France en 2020, publié par l'IRSN en juin 2021, montre globalement l'efficacité du système de prévention mis en place dans les établissements où sont utilisées les sources de rayonnements ionisants puisque, pour 94 % des effectifs surveillés, la dose annuelle est restée inférieure à 1 mSv (limite de dose efficace annuelle pour le public du fait des activités nucléaires). Les dépassements des valeurs limites réglementaires restent exceptionnels (cinq dépassements de la limite annuelle de 20 mSv).

La surveillance de l'exposition du cristallin avec, pour ce tissu, le respect de la nouvelle limite constitue le principal objectif de la radioprotection dans les toutes prochaines années et notamment dans le domaine des pratiques médicales interventionnelles radioguidées.

3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle

Exposition aux substances radioactives d'origine naturelle et au radon d'origine géologique

L'exposition des travailleurs aux substances radioactives d'origine naturelle résulte de l'ingestion de poussières de matières riches en radionucléides (phosphates, minerais métallifères), de l'inhalation de radon formé par la désintégration de l'uranium (entrepôts mal ventilés, thermes), ou encore de l'exposition externe due aux dépôts dans des procédés industriels (tartre se formant dans les tuyauteries par exemple).

Le bilan des études réalisées en France entre 2005 et 2009, publié par l'ASN en janvier 2010, et les études publiées jusqu'en 2018 montrent que 85 % des doses reçues par les travailleurs des industries concernées restent inférieures à 1 mSv/an. Les secteurs industriels où l'exposition des travailleurs est susceptible de dépasser 1 mSv/an sont les suivants : traitement du minerai de titane, fumisterie et recyclage de céramiques réfractaires, maintenance de pièces composées d'alliages au thorium dans l'aéronautique, traitement chimique du minerai de zircon, transformation mécanique et utilisation de zircon et traitement des terres rares.

En 2020, la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs dans les activités industrielles conduisant à une exposition aux substances radioactives d'origine naturelle ou au radon d'origine

6. *Unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes données.*

géologique a concerné environ 450 travailleurs, dont 21 ont été exposés à plus de 1 mSv (exposition interne aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium).

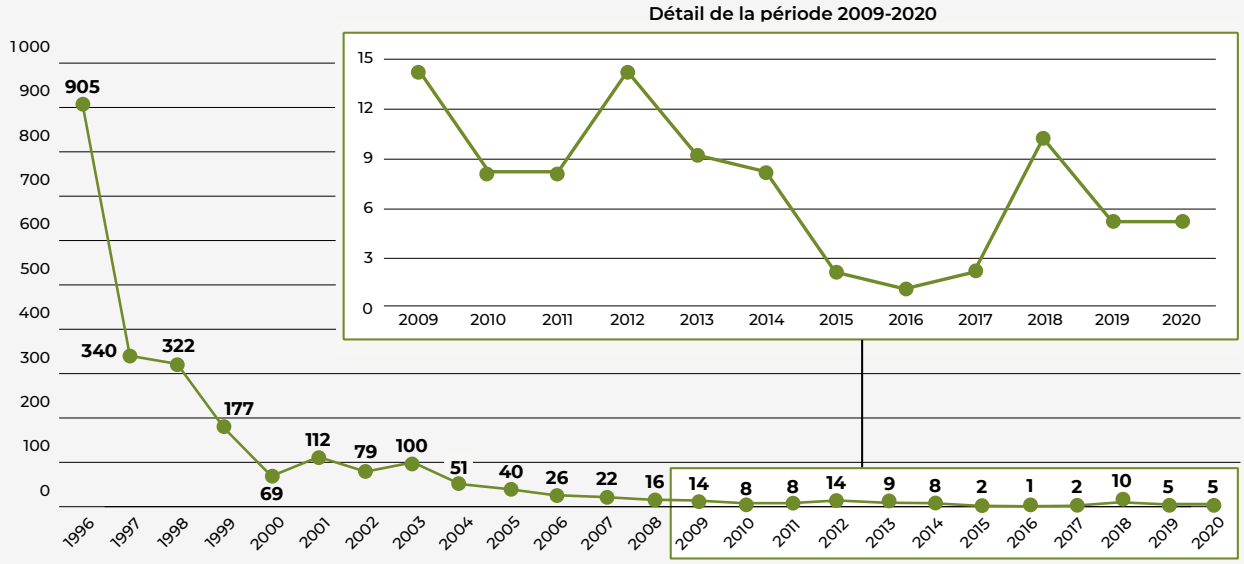
Exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

Les personnels navigants de compagnies aériennes ainsi que certains grands voyageurs sont exposés à des doses significatives du fait de l'altitude et de l'intensité des rayonnements cosmiques à haute altitude. Ces doses peuvent dépasser 1 mSv/an.

Depuis le 1er juillet 2014, l'IRSN réalise le calcul des doses individuelles pour les personnels navigants civils avec l'application *SievertPN*, à partir des données de vol et de présence des personnels fournies par les compagnies aériennes. Ces données sont ensuite transmises dans le registre national de dosimétrie des travailleurs Siseri.

Au 31 décembre 2020, *SievertPN* avait transmis la totalité des doses des personnels navigants à Siseri pour 12 compagnies aériennes civiles ayant adhéré au dispositif, conduisant à un total

DIAGRAMME 2 **Évolution du nombre de travailleurs surveillés dont la dose annuelle est supérieure à 20 mSv de 1996 à 2020**



Source : IRSN.

BILAN DE LA SURVEILLANCE DOSIMÉTRIQUE DE L'EXPOSITION EXTERNE DES TRAVAILLEURS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS (EXPOSITION À LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE INCLUSE) EN 2020

(Source : Bilan 2020 IRSN, juin 2021 – « *La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France* »)

- Effectif total surveillé : 387 452 travailleurs
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée inférieure au seuil d'enregistrement : 295 080 travailleurs, soit plus de 76 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre le seuil d'enregistrement et 1 mSv : 70 324 travailleurs, soit environ 18 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre 1 mSv et 20 mSv : 22 044 travailleurs, soit plus de 5,6 %
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv : 4 travailleurs(*)
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente aux extrémités a dépassé 500 mSv : 1 travailleur
- Dose collective (somme des doses efficaces annuelles individuelles) : 72,43 homme.Sv
- Dose efficace individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,78 mSv

Bilan de la surveillance de l'exposition interne en 2020 (hors radioactivité naturelle)

- Nombre d'examens de routine réalisés : 197 485 (dont 0,4 % considérés positifs)
- Effectif ayant fait l'objet d'une estimation dosimétrique : 724 travailleurs
- Nombre d'examens de surveillance spéciale ou de contrôle réalisés : 7 773 (dont 15 % sont supérieurs au seuil d'enregistrement)
- Effectif ayant enregistré une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv : 1 travailleur

Bilan de la surveillance de l'exposition interne aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium en 2020

- Exposition interne :
  - dose collective pour 334 travailleurs : 83,95 homme.mSv
  - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : 0,45 mSv

(*) À ces quatre cas, s'ajoute un cinquième cas non référencé dans cette synthèse : cas dans le domaine médical correspondant à une dose cumulée sur 12 mois glissant de juin 2019 à mai 2020 et non sur l'année civile.

de 21 949 personnels navigants suivis par ce dispositif. En 2020, presque 55 % des doses individuelles annuelles sont inférieures à 1 mSv et 45 % des doses individuelles annuelles sont comprises entre 1 mSv et 5 mSv. La dose individuelle maximale annuelle est de 4,17 mSv.

En 2020, la dose collective a diminué de 58 % par rapport à 2019, alors qu'elle augmentait régulièrement ces dernières années. Cette diminution s'explique par la crise sanitaire qui a provoqué une chute importante du trafic aérien.

TABLEAU 1 **Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans le domaine nucléaire civil (année 2020)**

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv(*))	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Réacteurs et production d'énergie (EDF)	23 603	5,65	0
« Cycle du combustible » ; démantèlement	12 417	3,4	0
Transport	638	0,09	0
Logistique et maintenance (prestataires)	31 807	25,42	0
Effluents, déchets	789	0,1	0
Autres	6 501	1,1	0
Total nucléaire civil	75 755	35,76	0

(*) Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes données.
(Source : Bilan IRSN, juin 2021 – « *La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France* »)

TABLEAU 2 **Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans les activités nucléaires de proximité (année 2020)**

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv(*))	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Médecine	163 633	6,28	2(1)
Dentaire	43 510	1,2	0
Vétérinaire	21 442	0,36	1
Industrie	16 439	2,59	1
Recherche et enseignement	10 844	0,26	0
Naturel (**)	22 838	22,46	0
Total nucléaire de proximité	278 706	33,15	4

(1) À ces deux cas, s'ajoute un troisième cas, détecté en mai 2020 dans le domaine médical pour une dose cumulée de 21,1 mSv sur 12 mois glissant de juin 2019 à mai 2020, et non sur l'année civile.
(*) Homme.Sv : unité de grandeur de dose collective.
(**) Le naturel recouvre le personnel navigant ainsi que les travailleurs exposés aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium.
(Source : Bilan IRSN, juin 2021 – « *La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France* »)

TABLEAU 3 **Évolution des effectifs suivis et de la dose collective et individuelle moyenne sur l'effectif exposé de 2015 à 2020(*) tous domaines confondus (A) ou sans le domaine « naturel » (B)**

ANNÉE	EFFECTIF SUIVI		DOSE COLLECTIVE (homme.Sv)		DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE (mSv)	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
2015	372 881	352 641	104,41	65,61	0,98	0,76
2016	378 304	357 527	107,53	66,71	0,96	0,73
2017	384 198	360 694	100,58	53,52	1,03	0,72
2018	390 363	365 980	104,14	55,24	1,12	0,80
2019	395 040	369 712	112,31	58,73	1,20	0,85
2020	387 452	364 614	72,43	49,97	0,78	0,71

(*) À des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique.
(Source : Bilan IRSN, juin 2021 – « *La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France* »)

TABLEAU 4 **Impact radiologique des INB depuis 2015 calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour les groupes de référence les plus exposés (données fournies par les exploitants nucléaires)**

EXPLOITANT/SITE	GROUPE DE RÉFÉRENCE LE PLUS EXPOSÉ EN 2020	DISTANCE AU SITE EN km	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, EN mSv [a] (les valeurs, calculées par l'exploitant, sont arrondies à l'unité supérieure)					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
Andra / CSA	Groupe multi-activité Ville-aux-Bois	1,7	2.10^{-6}	2.10^{-6}	2.10^{-6}	3.10^{-7}	3.10^{-7}	4.10^{-7}
Andra / Centre de stockage de la Manche	Hameau de La Fosse	2,5	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}
CEA / Cadarache [b]	Saint-Paul-lez-Durance	5	1.10^{-3}	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	$<3.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	6.10^{-4}
CEA / Fontenay-aux-Roses [b]	Achères	30	2.10^{-4}	$<2.10^{-4}$	$<2.10^{-4}$	$<2.10^{-4}$	$<2.10^{-4}$	$<2.10^{-4}$
CEA / Grenoble [c]	–	–	[c]	[c]	[c]	[c]	[c]	[c]
CEA / Marcoule [b] (Atalante, Centraco, Phénix, Melox, CIS bio)	Codolet	2	2.10^{-5}	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$
CEA / Saclay [b]	Le Christ-de-Saclay	1	2.10^{-3}	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	$<4.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$
EDF / Belleville-sur-Loire	Beaulieu-sur-Loire	1,8	5.10^{-4}	4.10^{-4}	3.10^{-4}	4.10^{-4}	4.10^{-4}	3.10^{-4}
EDF / Blayais	Braud et Saint-Louis	2,5	5.10^{-4}	5.10^{-4}	4.10^{-4}	5.10^{-4}	4.10^{-4}	5.10^{-4}
EDF / Bugey	Vernas	1,8	2.10^{-4}	9.10^{-5}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	9.10^{-5}
EDF / Cattenom	Kœnigsmacker	4,8	7.10^{-3}	9.10^{-3}	8.10^{-3}	9.10^{-3}	1.10^{-2}	7.10^{-3}
EDF / Chinon	La Chapelle-sur-Loire	1,6	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}
EDF / Chooz	Chooz	1,5	6.10^{-4}	6.10^{-4}	4.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}	3.10^{-4}
EDF / Civaux	Valdivienne	1,9	9.10^{-4}	2.10^{-3}	8.10^{-4}	8.10^{-4}	2.10^{-3}	1.10^{-3}
EDF / Creys-Malville	Creys-Mépieu	0,95	2.10^{-6}	3.10^{-4}	1.10^{-4}	2.10^{-5}	2.10^{-5}	8.10^{-6}
EDF / Cruas-Meysse	Savasse	2,4	2.10^{-4}	2.10^{-4}	4.10^{-4}	3.10^{-3}	3.10^{-4}	2.10^{-4}
EDF / Dampierre-en-Burly	Lion-en-Sulias	1,6	5.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}	3.10^{-4}
EDF / Fessenheim	Fessenheim	1,3	4.10^{-5}	3.10^{-5}	2.10^{-5}	5.10^{-5}	4.10^{-5}	3.10^{-5}
EDF / Flamanville	Flamanville	0,8	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	7.10^{-5}	2.10^{-5}
EDF / Golfech	Valence	3,4	3.10^{-4}	3.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	1.10^{-4}
EDF / Gravelines	Grand-Fort-Philippe	2,5	4.10^{-4}	4.10^{-4}	5.10^{-4}	8.10^{-4}	1.10^{-3}	8.10^{-4}
EDF / Nogent-sur-Seine	Saint-Nicolas-la-Chapelle	2,3	4.10^{-4}	7.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}	4.10^{-4}	4.10^{-4}
EDF / Paluel	Paluel	1,1	4.10^{-4}	3.10^{-4}	3.10^{-4}	4.10^{-4}	3.10^{-4}	3.10^{-4}
EDF / Penly	Berneval-le-Grand	3,1	4.10^{-4}	4.10^{-4}	5.10^{-4}	5.10^{-4}	4.10^{-4}	3.10^{-4}
EDF / Saint-Alban	Saint-Maurice-l'Exil	1,7	2.10^{-4}	3.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	3.10^{-4}	2.10^{-4}
EDF / Saint-Laurent-des-Eaux	Lestiou	1,7	1.10^{-4}	1.10^{-4}	1.10^{-4}	1.10^{-4}	1.10^{-4}	1.10^{-4}
EDF / Tricastin	Bollène	1,3	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	1.10^{-4}
Framatome Romans	Ferme Riffard	0,2	3.10^{-4}	3.10^{-4}	2.10^{-5}	2.10^{-5}	3.10^{-5}	1.10^{-5}
Ganil / Caen	IUT	0,6	$<2.10^{-3}$	$<2.10^{-3}$	8.10^{-3}	8.10^{-3}	7.10^{-3}	7.10^{-3}
ILL / Grenoble	Fontaine (rejets gazeux) et Saint-Égrève (rejets liquides)	1 et 1,4	2.10^{-4}	2.10^{-4}	5.10^{-5}	2.10^{-5}	3.10^{-5}	5.10^{-5}
Orano Cycle / La Hague	Digulleville	2,8	2.10^{-2}	2.10^{-2}	2.10^{-2}	2.10^{-2}	2.10^{-2}	1.10^{-2}
Orano / Tricastin (Areva NC, Comurhex, Eurodif, Socatri, SET)	Les Girardes	1,2	3.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	9.10^{-5}	8.10^{-5}	4.10^{-5}

(a) Pour les installations exploitées par EDF, jusqu'en 2008, seules les valeurs « adultes » étaient calculées. De 2010 à 2012, la dose du groupe de référence le plus exposé de chaque site parmi deux classes d'âge (adulte ou nourrisson) est mentionnée. À partir de 2013, la dose du groupe de référence est réalisée sur trois classes d'âge (adulte, enfant, nourrisson) pour toutes les INB. La valeur de dose indiquée est la valeur la plus contraignante des classes d'âge.

(b) Pour les sites de Cadarache, Saclay, Fontenay-aux-Roses et Marcoule, les estimations de dose renseignées dans le tableau résultent d'une somme des estimations de dose transmises par le CEA. Ces estimations comportant au moins un terme inférieur à 0,01 microsievert, les valeurs indiquées sont précédées du signe « inférieur à (<) ».

(c) Le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

3.2 Les doses reçues par la population

3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

Les réseaux de surveillance automatisés gérés par l'IRSN sur l'ensemble du territoire (réseaux Téléray, Hydrotéléray et Téléhydro) permettent de surveiller en temps réel la radioactivité dans l'environnement et de mettre en évidence toute variation anormale. Ces réseaux de mesure joueraient un rôle prépondérant en cas d'incident ou d'accident conduisant à des rejets de substances radioactives, pour éclairer les décisions à prendre par les autorités et pour informer la population. En situation normale, ils participent à l'évaluation de l'impact des INB (voir chapitre 3).

Par contre, il n'existe pas de méthode globale de surveillance permettant de reconstituer de façon exhaustive les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires. De ce fait, le respect de la limite d'exposition de la population (dose efficace fixée à 1 mSv par an) n'est pas directement contrôlable. Cependant, pour les INB, les rejets d'effluents radioactifs font l'objet d'une comptabilité précise, et une surveillance radiologique de l'environnement est mise en place autour des installations. À partir des données recueillies, l'impact dosimétrique de ces rejets sur les populations vivant au voisinage immédiat des installations est ensuite calculé en utilisant des modèles permettant de simuler les transferts vers l'environnement. Les impacts dosimétriques varient, selon le type d'installation et les habitudes de vie des groupes de référence retenus, de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an (µSv/an). L'évaluation des doses dues aux INB est présentée dans le tableau 4 dans lequel figurent, pour chaque site et par année, les doses efficaces estimées pour les groupes de population de référence les plus exposés.

Ces estimations ne sont pas connues pour les activités nucléaires autres que les INB, du fait des difficultés méthodologiques pour mieux connaître l'impact de ces installations et, notamment, l'impact des rejets contenant des faibles quantités de radionucléides artificiels provenant de l'utilisation des sources radioactives non scellées dans les laboratoires de recherche ou de biologie, ou dans les services de médecine nucléaire. À titre d'exemple, l'impact des rejets hospitaliers pourrait conduire à des doses de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment pour certains postes de travail dans les réseaux d'assainissement et stations d'épuration (études IRSN 2005 et 2015).

Des situations héritées du passé telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl (Ukraine) peuvent contribuer, de manière très faible, à l'exposition de la population. Ainsi, l'exposition due aux retombées des essais nucléaires est estimée actuellement en France métropolitaine à 2,3 µSv/an (1,3 pour le strontium-90 et 1 µSv/an pour le carbone 14 ; l'exposition liée au césium-137 ne peut être distinguée de celle des retombées de l'accident de Tchernobyl).

L'exposition globale due aux retombées des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl est de 46 µSv/an pour les personnes résidant sur des zones de rémanence élevée de ces retombées et de 9,3 µSv/an pour celles résidant sur le reste du territoire, soit une dose moyenne par habitant de 12 µSv/an à l'échelle de l'ensemble du territoire (IRSN 2021). En ce qui concerne les retombées en France de l'accident de Fukushima, les résultats publiés en France par l'IRSN en 2011 avaient montré la présence d'iode radioactif à des niveaux très faibles, conduisant pour les populations à des doses efficaces estimées inférieures à 2 µSv/an en 2011.

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

L'exposition due à la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux distribuées au robinet, exercée par les agences régionales de santé en 2008 et 2009 (rapport DGS/ASN/IRSN publié en 2011) ont montré que 99,83 % de la population bénéficie d'une eau dont la qualité respecte en permanence la dose indicative de 0,1 mSv par an, fixée par la réglementation. Cette appréciation globalement satisfaisante s'applique également à la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France (rapport DGS/ASN/IRSN publié en 2013).

Depuis 2019, la mesure du radon contenue dans les eaux du robinet et dans les eaux embouteillées est obligatoire. Pour accompagner cette nouvelle disposition, une instruction a été établie en concertation avec l'ASN et diffusée en 2018 aux agences régionales de santé par la Direction générale de la santé (DGS) (avis n°2018-AV-0302 de l'ASN du 6 mars 2018 sur les modalités de gestion du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine).

L'exposition due au radon

En France, la réglementation relative à la gestion du risque lié au radon, mise en place à partir du début des années 2000 pour certains établissements recevant du public (ERP), a été étendue en 2008 à certains lieux de travail. En 2016, le radon a été introduit dans la politique de la qualité de l'air intérieur.

La transposition de la directive n°2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants a conduit à modifier les dispositions applicables au radon depuis le 1er juillet 2018. Un niveau de référence à 300 Bq/m³ a été introduit. Il est applicable à toutes les situations, ce qui permet de gérer le risque sanitaire lié au radon par une approche globale. La réglementation s'est étoffée avec des dispositions concernant les trois secteurs principaux :

- pour le grand public, une avancée significative a été introduite : le radon est désormais intégré dans l'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers situés dans les zones où le potentiel radon est susceptible d'être le plus important ;
- dans les lieux de travail, la réglementation a été étendue aux activités professionnelles exercées au rez-de-chaussée (seules les activités exercées en sous-sols étaient jusqu'à présent concernées) ainsi que dans certains lieux spécifiques de travail. Quelle que soit la zone à potentiel radon où se situe le lieu de travail, l'évaluation des risques doit prendre en compte le radon. Au besoin, un mesurage peut être réalisé dans ce cadre. S'il y a un risque d'atteinte ou de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³, l'employeur doit agir pour réduire l'activité volumique en radon. Si les actions se révèlent inefficaces, il doit identifier d'éventuelles « zones radon », puis mettre en œuvre des mesures de radioprotection, si nécessaire en fonction de l'exposition des travailleurs ;
- dans certains ERP, des ajustements ont été apportés aux modalités de gestion du radon avec notamment l'ajout des établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans dans le dispositif et une obligation d'informer le public par affichage

RISQUE RADON : LES PRIORITÉS DE L'ASN

La stratégie nationale de gestion du risque lié au radon, et la réglementation qui en dépend, sont une responsabilité partagée entre les ministères chargés de la prévention des risques, de la santé, du travail et de la construction, avec l'appui de l'ASN. L'ASN a redéfini en 2021 ses orientations et priorités en matière de gestion du risque lié au radon, lesquelles se déploient sur huit axes.

1. Poursuite de l'animation et coordination du plan national d'action radon et évaluation de la politique de gestion du risque lié au radon

Le plan national d'action radon structure depuis 2005 les politiques publiques en matière de gestion du risque lié au radon. Son élaboration et son suivi sont co-pilotés par l'ASN qui assure, par ailleurs, le secrétariat technique du comité de suivi. L'ASN est également chargée du co-pilotage de plusieurs actions du plan 2020-2024.

L'ASN confortera son rôle en matière d'animation et de coordination tant au niveau national que régional.

En outre, l'ASN participera aux travaux portant sur l'évaluation de l'efficacité de la politique de gestion du risque lié au radon.

2. Soutien à l'amélioration des connaissances scientifiques et implication dans les travaux à l'international

L'évaluation des risques liés à l'exposition du radon a fait l'objet de publications récentes permettant d'actualiser les connaissances à partir des études épidémiologiques et scientifiques disponibles et de l'approche dosimétrique développée par la CIPR. Au niveau français, l'évaluation quantitative de l'effet sanitaire du radon en France a été actualisée en 2018. Pour autant, des sujets restent à investiguer (risque de pathologies autres que le cancer du poumon par exemple).

L'ASN participera aux travaux internationaux sur ces sujets, notamment dans le cadre des travaux des responsables des Autorités européennes de contrôle de la radioprotection (*Heads of the European radiological protection competent authorities* – HERCA).

3. Développement d'une stratégie de communication

Le risque lié au radon et la réglementation restent encore méconnus du grand public(*). L'information des publics sur le risque et sur les moyens de prévention associés, ainsi que sur la réglementation applicable, constitue un enjeu majeur pour la réussite des politiques publiques de gestion du risque lié au radon. Elle constitue la première priorité du plan national d'action radon 2020-2024. L'ASN étudiera toute démarche expérimentale, innovante permettant de favoriser le développement d'une culture de prévention.

4. Évaluation du dispositif d'agrément des organismes réalisant les mesurages de l'activité du radon

L'ASN délivre, à ce jour, les agréments des organismes chargés du mesurage de l'activité du radon. Une évolution de ce dispositif sera étudiée, en concertation avec la DGS, visant notamment le passage d'un système d'agrément par l'ASN à un système d'accréditation par le Cofrac pour les organismes réalisant des mesurages dans les établissements recevant du public.

5. Parachèvement du dispositif réglementaire

L'ASN achèvera la mise à jour des décisions relatives aux organismes agréés (modalités d'agrément et formation des opérateurs) et celle relative au système d'information de centralisation des données (abandon de l'application SISE-ERP(**) au profit du système « démarches simplifiées »).

6. Soutien d'actions de réduction du risque lié au radon au stade de la construction

Les normes de construction actuelles ne prévoient pas de disposition particulière sur la prise en compte du risque lié au radon et les études sur l'efficacité de ces normes vis-à-vis de ce risque ne permettent actuellement pas de conclure. L'ASN encouragera toute action visant, d'une part, à mieux évaluer l'efficacité, vis-à-vis du risque lié au radon, des normes en vigueur pour le secteur de la construction et, d'autre part, à réduire le risque à la source, par exemple par des obligations au stade de la construction.

7. Poursuite de la démarche d'approche graduée du contrôle

Pour les établissements recevant du public, le contrôle sera ciblé prioritairement sur les gestionnaires de parc. Des contrôles ponctuels seront menés dans les situations de fort dépassement et d'absence manifeste d'action engagée par les propriétaires. S'agissant des lieux de travail, pour lesquels la réglementation a fortement évolué, l'ASN procédera également à des inspections ciblées d'établissements à enjeux en matière de radioprotection, où les concentrations de radon peuvent être élevées.

8. Élaboration d'un cadre national de gestion des situations d'urgence

Des situations de dépassement important du niveau de référence de radon, fixé à 300 Bq/m³, ont été communiquées à l'ASN ces dernières années dans des ERP, des lieux de travail ou de l'habitat privé. Le retour d'expérience fait apparaitre le besoin d'une coordination nationale, comme c'est déjà le cas pour le radon d'origine anthropique.

L'ASN engagera une réflexion pour définir les modalités de coordination nationale pour ces situations. L'ASN soutiendra par ailleurs, afin de permettre des interventions d'urgence pour les cas les plus critiques, la création de fonds de financement spécifiques.

(*) Baromètre IRSN 2019 : La perception des risques et de la sécurité par les français.

(**) Système d'information santé environnement concernant les établissements recevant du public.

des résultats de mesurage[7]. La nature des actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³ est graduée en fonction des résultats des mesurages[4] : actions correctives simples en cas de concentration de radon comprise entre 300 et 1 000 Bq/m³, expertise et travaux si les actions correctives ne permettent pas d'abaisser la concentration de radon en deçà du niveau de référence ou si les résultats de mesurage sont supérieurs ou égaux à 1 000 Bq/m³.

Les résultats transmis par les organismes agréés par l'ASN pour les campagnes 2018/2019, 2019/2020 et 2020/2021 montrent que la majorité des dépistages a été réalisée dans des établissements d'enseignement et des établissements sanitaires et médico-sociaux (respectivement 55 % et 26 % des dépistages). Les établissements d'accueil collectif des enfants de moins de 6 ans, qui constituent une nouvelle catégorie d'ERP soumis à la gestion du risque lié au radon, représentent 12 % des mesurages réalisés pendant les campagnes 2019/2020 et 2020/2021. La concentration volumique en radon est inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m³ pour 75 % des établissements d'enseignement, 90 % des établissements d'accueil collectif des enfants de moins de 6 ans et 87 % des établissements sanitaires et médico-sociaux dépistés.

Les données recueillies dans 467 ERP montrent que les actions correctives ou les travaux destinés à réduire la concentration du radon ont permis d'abaisser la concentration en dessous de 300 Bq/m³ dans seulement 40 % des ERP. Des actions correctives « simples » visant à l'amélioration de l'étanchéité d'un bâtiment ou le renouvellement d'air des locaux ne sont ainsi pas toujours suffisantes. Par ailleurs, la réalisation de l'expertise du bâtiment par un professionnel et, le cas échéant, la réalisation d'investigations complémentaires par un organisme agréé par l'ASN, s'avèrent des étapes cruciales pour la définition de travaux de remédiation à entreprendre.

Plus globalement, la stratégie de gestion du risque lié au radon est déclinée dans un plan national d'action. Sa mise en œuvre doit permettre d'améliorer l'information du grand public et des acteurs concernés, de progresser dans la connaissance de l'exposition au radon dans l'habitat et son évolution.

Le 4e plan national d'action pour la période 2020-2024 a été publié début 2021. Il s'inscrit dans le cadre du 4e plan national santé environnement qui coordonne désormais tous les plans sectoriels portant sur la santé ou l'environnement, lui-même porté par la stratégie nationale de santé publique 2018-2022, dont l'une des actions vise à réduire l'exposition aux pollutions intérieures. Cette action vise explicitement les effets du radon dans l'habitat : « *au-delà de l'insalubrité, il s'agit de promouvoir les conditions d'un habitat favorable à la santé et de réduire les effets des expositions dans l'habitat (pollution chimique, radon, etc.).* »

Ce plan s'inscrit dans la continuité des plans précédents (le bilan du 3e plan est disponible sur *asn.fr*). Il se décline en 13 actions regroupées autour de trois axes :

L'axe 1 vise à mettre en place une stratégie d'information et de sensibilisation. L'enjeu sanitaire que représente le radon nécessite de poursuivre les actions de sensibilisation et d'information en direction de l'ensemble des acteurs (collectivités territoriales, employeurs, professionnels du bâtiment, professionnels de santé, enseignants, etc.) et du grand public, tant au niveau national que local, avec la promotion et l'accompagnement des actions territoriales de gestion intégrée du risque lié au radon dans l'habitat.

Les fumeurs feront l'objet d'une communication spécifique, car ils constituent la population la plus à risque de développer un cancer du poumon lié à une exposition cumulée au radon et au tabac. La mise en œuvre opérationnelle du système d'information regroupant l'ensemble des résultats de mesures de radon, ainsi que la consolidation et la centralisation des mesures existantes, apparaissent par ailleurs essentielles pour l'information de la population.

L'axe 2 vise à poursuivre l'amélioration des connaissances. La publication en 2018 d'une nouvelle cartographie à l'échelle communale, fondée sur trois zones à potentiel radon, a permis la mise en œuvre d'une approche graduée de la gestion du risque radon. Cette cartographie doit toutefois être améliorée de manière à mieux prendre en compte certains facteurs géologiques particuliers pouvant faciliter le transfert du radon vers les bâtiments (zones karstiques en particulier). De plus, le 4e plan radon prévoit d'actualiser à terme la connaissance de l'exposition de la population en France en organisant la collecte des données de mesures réalisées, notamment, dans le cadre des opérations locales de sensibilisation organisées par les agences régionales de santé (ARS) et les collectivités territoriales pour couvrir les zones où les données sont insuffisantes. Ces opérations consistent à proposer des kits de dépistage aux habitants d'un territoire donné pour les sensibiliser au risque radon.

Enfin **l'axe 3** doit permettre de mieux prendre en compte la gestion du risque radon dans les bâtiments. Afin d'accompagner la montée en compétence des adhérents des organisations de professionnels du bâtiment, ces dernières ont récemment développé des formations abordant les méthodes de prévention et de réduction de la concentration et divers supports pour répondre aux besoins. Les différents outils francophones ont été recensés. Pour compléter l'offre, un guide destiné aux professionnels et aux particuliers va établir des recommandations en matière de prévention dans les constructions neuves et de remédiation dans les bâtiments existants. Les avancées dans la connaissance de l'efficacité des normes de construction sur la réduction de la concentration en radon dans l'air intérieur seront consolidées.

Afin de suivre l'efficacité de la stratégie nationale mise en œuvre dans le cadre du plan national d'action, un système d'indicateurs spécifiques a été mis en place, choisis en fonction de leur pertinence et des données disponibles permettant leur suivi. L'évolution des indicateurs sera analysée annuellement par le comité de pilotage du suivi du nouveau plan d'action.

3.3 Les doses reçues par les patients

En France, l'exposition à des fins médicales représente la part la plus importante des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Elle progresse depuis une trentaine d'années du fait de l'augmentation du nombre d'examens radiologiques, notamment d'examens scanographiques, du vieillissement de la population, des stratégies déployées pour une meilleure prise en charge de patients, en particulier dans le cadre de la surveillance après traitement d'un cancer et des maladies coronariennes. Elle fait l'objet depuis 2002 d'un bilan régulier par l'IRSN.

La dose efficace moyenne par habitant du fait des examens radiologiques à visée diagnostique a été évaluée à 1,53 mSv pour l'année 2017 (Étude ExPRI IRSN 2020) pour un volume d'actes diagnostiques de l'ordre de 85 millions en 2017 (81,6 millions en 2012), soit 1187 actes pour 1 000 bénéficiaires et par an. Il faut noter que l'exposition individuelle en 2017 comme auparavant est très hétérogène. Ainsi, si environ 32,7 % de la population française a bénéficié d'au moins un acte (hors actes dentaires), la moitié des patients reçoit une dose inférieure ou égale à 0,1 mSv, 75 %

7. *Arrêté du 26 février 2019 relatif aux modalités de gestion du radon dans certains établissements recevant du public et de diffusion de l'information auprès des personnes qui fréquentent ces établissements.*

TABLEAU 5 **Nombre d'actes et dose efficace collective associée pour chaque modalité d'imagerie (valeurs arrondies) en France en 2017**

MODALITÉ D'IMAGERIE	ACTES		DOSE EFFICACE COLLECTIVE TOTALE : 102 198 Sv
	NOMBRE	%	%
Radiologie conventionnelle (hors dentaire)	46 681 000	55,1	11,8
Radiologie dentaire	25 023 000	29,6	0,3
Scanographie	10 866 000	12,8	74,2
Radiologie interventionnelle diagnostique	435 000	0,5	2,4
Médecine nucléaire	1 662 000	2	11,3
Total	84 667 000	100,0	100,0

Source : IRSN 2020.

reçoit 1,5 mSv ou moins, tandis que les 5 % des patients les plus exposés reçoivent une dose supérieure à 18,1 mSv.

La radiologie conventionnelle (55,1 %), la scanographie (12,8 %) et la radiologie dentaire (29,6 %) regroupent le plus grand nombre d'actes. C'est la contribution de la scanographie à la dose efficace collective qui reste prépondérante et plus significative en 2017 (75 %) qu'en 2012 (71 %), alors que celle de la radiologie dentaire reste très faible (0,3 %).

Chez les adolescents, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire sont les plus nombreux (environ 1000 actes pour 1 000 individus en 2017). Malgré leur fréquence, ces actes dans cette population ne représentent que 0,5 % de la dose collective.

À noter enfin :

- Un effectif national estimé à plus de 30 000 patients a été exposé à une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv en 2017 en raison d'examens scanners multiples. Ce chiffre atteint 500 000 si une durée de cumul de six ans est considérée. Cette population fortement exposée semble être en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012. L'essentiel de cette population est âgée, cependant un quart a moins de 55 ans. La question des éventuels effets radio-induits à long terme se pose donc pour cette population spécifique. Il est utile de rappeler que ces patients sont souvent suivis pour des pathologies lourdes et que les examens scanner sont importants pour leur prise en charge.
- À partir d'un échantillon de 120 000 enfants nés entre 2000 et 2015, l'IRSN rapporte qu'en 2015, 31,3 % des enfants de l'échantillon ont été exposés aux rayonnements ionisants à des fins diagnostiques (en hausse de 2 % par rapport à l'année 2010). La dose efficace moyenne est estimée à 0,43 mSv et la médiane à 0,02 mSv (en baisse pour la moyenne, mais équivalente pour la valeur médiane). Selon la catégorie d'âge, cette valeur médiane varie fortement. Pour les moins d'un an, elle est de 0,55 mSv (valeur la plus haute) et entre 6-10 ans elle est égale à 0,012 mSv.

Il faut cependant tenir compte dans ces études des incertitudes importantes sur les valeurs de dose efficace moyenne par type d'acte, ce qui justifie de progresser dans les estimations de doses lors de la prochaine étude d'exposition de la population générale.

Une attention particulière doit être exercée pour contrôler et réduire les doses liées à l'imagerie médicale, notamment lorsque des techniques alternatives peuvent être utilisées pour une même indication.

La maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes lors d'un examen médical reste une priorité pour l'ASN. Un 2e plan d'action a été publié en juillet 2018. Celui-ci prolonge le premier plan (2011-2017), établi en liaison avec les parties prenantes (institutionnelles et professionnelles).

3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)

Le système international de radioprotection a été construit en vue d'assurer la protection de l'homme vis-à-vis des effets des rayonnements ionisants. La prise en compte de la radioactivité dans l'environnement est jusqu'à présent évaluée par rapport à son impact sur les êtres humains et, en l'absence d'élément contraire, il est aujourd'hui considéré que les normes actuelles garantissent la protection des autres espèces.

La protection de l'environnement vis-à-vis du risque radiologique, et notamment la protection des espèces non humaines, doit toutefois pouvoir être garantie indépendamment des effets sur l'homme. Rappelant que cet objectif est déjà intégré dans la législation nationale, l'ASN veille à ce que l'impact des rayonnements ionisants sur les espèces non humaines soit effectivement pris en compte dans les études d'impact des installations et activités nucléaires. À partir du rapport d'expertise de l'IRSN, le GPRADE a adopté un avis en septembre 2015. Suivant les recommandations de cet avis, l'ASN a mis en place à la fin de l'année 2017 un groupe de travail pluraliste et pluri-disciplinaire piloté par l'IRSN pour élaborer un guide méthodologique de l'évaluation de l'impact des rayonnements ionisants sur la faune et la flore. Le projet de guide a été remis à l'ASN à la fin de l'année 2020 et présenté au GPRADE en juin 2021. La publication du guide est prévue au tout début de l'année 2022.



Actions des divisions territoriales de l'ASN pour la prévention du risque lié au radon dans les territoires

En 2021, les divisions de l'ASN, avec les administrations (Dreal, ARS, Dreets) et les organisations partenaires (Cerema, associations professionnelles, collectivités locales, etc.), ont poursuivi les actions de sensibilisation des élus, professionnels du bâtiment, employeurs, responsables d'ERP et grand public aux évolutions réglementaires intervenues depuis 2018 (voir point 3.2.2). Cette sensibilisation s'accompagne en parallèle d'actions de contrôle. Pour les ERP, ces actions sont en particulier ciblées sur de grands gestionnaires de parcs.

ACTIONS DE SENSIBILISATION

BRETAGNE / PAYS DE LA LOIRE – Division de Nantes

- Entre 65 % et 93 % des communes des départements (hors Sarthe) de ces régions sont situées dans des **zones à potentiel radon significatif**.
- Organisation par la division, l'ARS et la Dreets d'un webinaire « radon » pour les propriétaires d'ERP et employeurs, avec un **double objectif** : rappeler les obligations réglementaires et recueillir des témoignages d'actions de réduction du risque radon.
- Financement par l'ASN, en Pays de la Loire, de **quatre nouvelles actions** visant à ce que les particuliers réalisent des campagnes de mesures volontaires du radon dans leur habitat (la division a participé aux réunions de lancement de ces campagnes).
- Réponse de la division à une **vingtaine de sollicitations** d'ERP, employeurs et habitants sur la problématique du radon.

BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ – Division de Dijon

- Réflexions en cours sur la création d'un **réseau régional santé/environnement** qui permettrait la coordination et l'animation des acteurs de la gestion du risque lié au radon et la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments.
- Plusieurs objectifs de ce réseau sont visés : donner une **vision globale des enjeux** à ses membres, les mettre en **synergie**, favoriser la déclinaison des orientations nationales et accompagner le **déploiement de nouveaux projets collectifs**. Il s'appuierait sur la plateforme numérique issue du projet JURAD-BAT et contribuerait à son développement.

NOUVELLE-AQUITAINE / OCCITANIE – Division de Bordeaux

- Mise en place, en 2020, d'un **plan de communication** par la division, l'ARS, la Dreets et la Dreal pour les élus et les responsables d'ERP dont l'objectif est l'accompagnement dans la mise en œuvre des nouvelles dispositions réglementaires.
- **Action pérennisée en 2021** par la réponse aux sollicitations des publics visés : mairies, établissements de santé, établissements d'enseignement, collectivités, etc.

GRAND EST – Divisions de Strasbourg et Châlons-en-Champagne

- **Actions de sensibilisation** par les deux divisions dans le cadre du Plan régional de santé environnement 3 (PRSE 3), notamment auprès des élus de la communauté de communes Vallées et Plateau d'Ardenne (08).

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR / OCCITANIE – Division de Marseille

- Présentation lors de deux réunions avec les élus et les services techniques de la ville de Marseille, de la réglementation et, avec l'appui de l'IRSN, des **modalités de création de la cartographie radon** à l'échelle communale.

CENTRE-VAL DE LOIRE – Division d'Orléans

- Participation le 1er décembre 2021 à une réunion d'information des élus de quatre communes du Cher concernées par la mise en place d'une campagne de dépistage. Cette réunion a permis de **présenter les enjeux liés au radon dans les habitations et de définir les modalités d'information des habitants** pour identifier les volontaires à l'installation de kits de mesurage du radon.

ACTIONS DE CONTRÔLE

BRETAGNE / PAYS DE LA LOIRE – Division de Nantes

- **Deux inspections** des actions réalisées par les villes de Rennes et de la Roche-sur-Yon. Constat d'une **prise en compte contrastée** du risque radon pour ces communes : l'une ayant déployé des mesures et actions de réduction du risque radon pour le public et les travailleurs, l'autre ayant initié les démarches à fin 2021.

BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ – Division de Dijon

- **Inspection et constat** de la bonne conduite du dépistage initial du radon (en 2015) des Thermes de Saint-Honoré-les-Bains (Nièvre) où quatre locaux ont présenté des dépassements modérés du niveau de référence avec la **mise en œuvre d'actions de remédiation** (sans toutefois que l'efficacité des travaux de rénovation ait été vérifiée). Par ailleurs, le radon n'a pas été pris en considération dans l'évaluation des risques pour les travailleurs.
- **Inspection et constat** de la bonne conduite du dépistage initial du radon auprès du conseil départemental de Saône-et-Loire avec la **mise en œuvre effective du dépistage et d'actions de remédiation** pour l'ensemble des collèges du département ; quelques concentrations en radon supérieures à 300 Bq/m^3 subsistent pour quelques établissements et des expertises des bâtiments sont en cours.
  Par ailleurs, la prise en compte du radon dans l'évaluation des risques pour les travailleurs a été initiée pour deux établissements (musée du Solutré et grotte d'Azé), mais elle reste à déployer pour l'ensemble des autres lieux de travail.

GRAND EST – Divisions de Strasbourg et Châlons-en-Champagne

- **Contrôle** de deux établissements thermaux.
- **Poursuite des inspections** de gestionnaires d'ERP et de lieux de travail en 2022.

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR / OCCITANIE – Division de Marseille

- **Inspection** conjointe de la **ville de Toulon** par la division et l'ARS PACA.
- Participation de la division à la gestion d'un fort dépassement du niveau de référence au sein d'un établissement scolaire, à Meyrueis (Lozère).

AUVERGNE-RHÔNE-ALPES – Division de Lyon

- **Inspection des conseils départementaux** de l'Allier, de l'Ardèche et de la Savoie et la métropole de Lyon. Constat du besoin de **réaliser un suivi dans le temps** des actions mises en œuvre par ces établissements pour réduire les expositions au radon.

NORMANDIE – Division de Caen

- **Inspection au sein du conseil départemental** du Calvados qui a notamment en charge l'ensemble des collèges du département. **Les actions de prévention** prévues par la nouvelle réglementation ont été **déclinées de manière satisfaisante** par le gestionnaire des établissements. Constat du besoin de **poursuivre cette démarche**.

En outre, les inspections de la radioprotection conduites en 2021 dans des établissements médicaux ou industriels situés sur des communes à potentiel radon significatif ont été mises à profit par certaines divisions pour expliciter les obligations réglementaires des employeurs sur les lieux de travail. À ce titre et à l'instar de l'année 2020, l'ASN a pu constater une prise en compte de plus en plus fréquente du radon dans l'évaluation des risques pour les travailleurs.

Les divisions ont, par ailleurs, contribué à l'inspection des organismes agréés pour le mesurage du radon dans les établissements recevant du public (14 inspections).

Plusieurs autres actions de sensibilisation ou de contrôle, prévues en 2021, ont été reportées en raison de la pandémie.

(*) Division de Lille (Hauts-de-France) : à l'exception de quelques communes du Nord et du Pas-de-Calais, la région est en zone à potentiel radon faible.
(**) Division de Paris (Île-de-France) : l'ensemble de la région est en zone à potentiel radon faible.

1 Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ..... P. 122

1.1 Les principes fondamentaux
- 1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant
- 1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »
- 1.1.3 Le principe de précaution
- 1.1.4 Le principe de participation
- 1.1.5 Le principe de justification
- 1.1.6 Le principe d'optimisation
- 1.1.7 Le principe de limitation
- 1.1.8 Le principe de prévention

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté
- 1.2.1 La culture de sûreté
- 1.2.2 Le concept de défense en profondeur
- 1.2.3 L'interposition de barrières
- 1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste
- 1.2.5 Le retour d'expérience
- 1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

2 Les acteurs ..... P. 127

2.1 Le Parlement

2.2 Le Gouvernement
- 2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection
- 2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire
- 2.3.1 Les missions
- 2.3.2 L'organisation
- 2.3.3 Le fonctionnement

2.4 Les instances consultatives et de concertation
- 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique
- 2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques
- 2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

2.5 Les appuis techniques de l'ASN
- 2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
- 2.5.2 Les groupes permanents d'experts
- 2.5.3 Le comité scientifique
- 2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

2.6 Les groupes de travail pluralistes
- 2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- 2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire
- 2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants
- 2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

2.7 Les autres acteurs
- 2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- 2.7.2 La Haute Autorité de santé
- 2.7.3 L'Institut national du cancer

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

3 Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ..... P. 143

4 Perspectives ..... P. 143





02

Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle

02 LES PRINCIPES DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION ET LES ACTEURS DU CONTRÔLE

La sécurité nucléaire est définie dans le code de l'environnement comme comprenant « *la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident* ». La sûreté nucléaire est « *l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport de substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets* ». La radioprotection est, quant à elle, définie comme « *la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement* ».

La sûreté nucléaire et la radioprotection obéissent à des principes et démarches mis en place progressivement et enrichis continuellement du retour d'expérience. Les principes fondamentaux qui les guident sont promus au plan international par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Ils ont été inscrits en France dans la Constitution ou dans la loi et figurent désormais dans des directives européennes.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfectures. Ce contrôle, qui s'étend à des domaines connexes comme les pollutions chroniques de toute nature émises par certaines activités nucléaires, s'appuie sur des expertises techniques, fournies notamment par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministère de la Transition écologique, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) pour l'assurer. Bien que distincts, les deux domaines de la sûreté nucléaire et de la prévention des actes de malveillance sont très liés et les autorités qui en sont chargées coopèrent étroitement.

1 // Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

1.1 Les principes fondamentaux

Les activités nucléaires doivent s'exercer dans le respect de principes fondamentaux inscrits dans des textes juridiques ou des normes internationales.

Il s'agit notamment :

- au niveau national, des principes inscrits dans la Charte de l'environnement – qui a valeur constitutionnelle – et dans différents codes (code de l'environnement, code du travail, code de la santé publique) ;
- sur le plan européen, des règles définies par les directives établissant un cadre communautaire pour la sûreté des installations nucléaires et pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ;
- au niveau international, des dix principes fondamentaux de sûreté établis par l'AIEA (voir encadré page 124 et chapitre 6, point 3.1) mis en application par la Convention sur la sûreté nucléaire (voir chapitre 6, point 4.1), qui établit le cadre international du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Ces diverses dispositions d'origines différentes se recoupent largement. Elles peuvent être regroupées sous la forme des huit principes présentés ci-après.

1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant

Ce principe, défini à l'article 9 de la Convention sur la sûreté nucléaire, est le premier des principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA. Il prévoit que la responsabilité en matière de sûreté des activités nucléaires à risques incombe à ceux qui les entreprennent ou les exercent.

Il trouve directement son application dans l'ensemble des activités nucléaires.

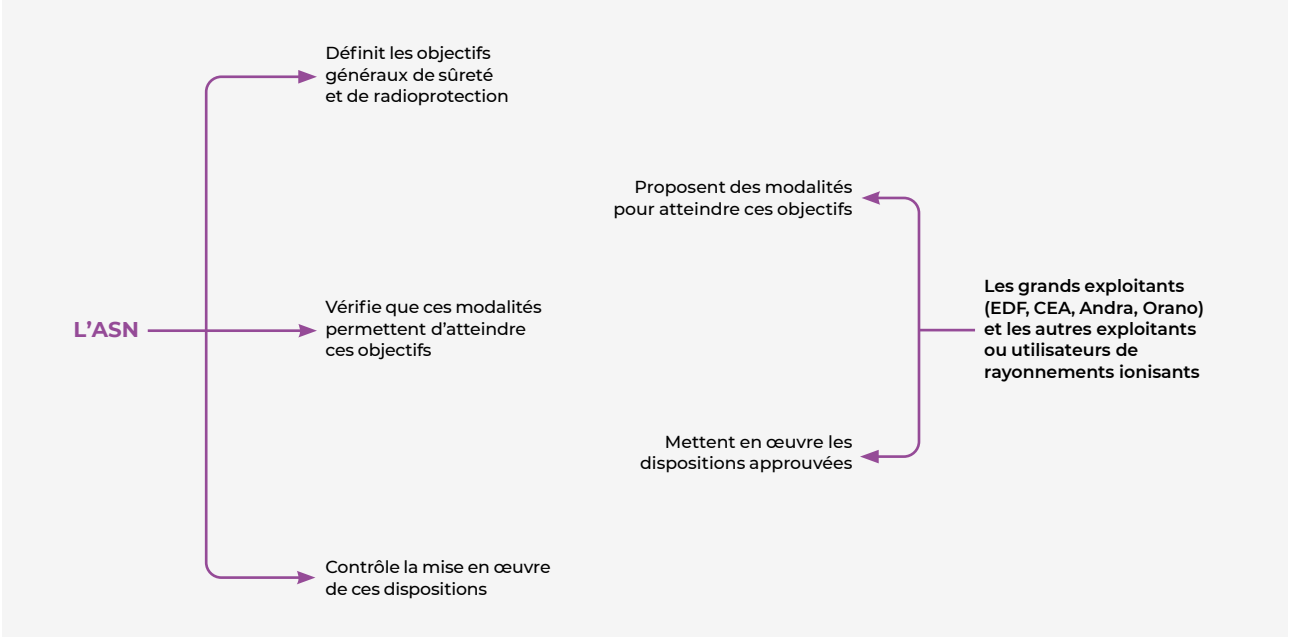
1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »

Le principe du « pollueur-payeur », figurant à l'article 110-1 du code de l'environnement, stipule que les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

1.1.3 Le principe de précaution

Le principe de précaution, défini à l'article 5 de la Charte de l'environnement, énonce que « *l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement* ».

RESPONSABILITÉ DES EXPLOITANTS ET RESPONSABILITÉ DE L'ASN



Ce principe se traduit, par exemple, en ce qui concerne les effets biologiques des rayonnements ionisants à faibles doses, par l'adoption d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et l'effet. Le chapitre 1 de ce rapport précise ce point.

1.1.4 Le principe de participation

Le principe de participation prévoit la participation des populations à l'élaboration des décisions des pouvoirs publics. S'inscrivant dans la ligne de la Convention d'Aarhus, l'article 7 de la Charte de l'environnement le définit en ces termes : « *Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement.* »

Dans le domaine nucléaire, ce principe se traduit notamment par l'organisation de débats publics nationaux, obligatoires avant la construction d'une centrale nucléaire, par exemple, ou bien désormais de certains plans et programmes soumis à évaluation environnementale stratégique comme le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). Il faut aussi citer les enquêtes publiques, notamment au cours de l'instruction des dossiers relatifs à la création ou au démantèlement d'installations nucléaires, la consultation du public sur les projets de décision ayant une incidence sur l'environnement ou encore la mise à disposition, par un exploitant d'installation nucléaire de base (INB), de son dossier portant sur une modification de son installation susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement de l'installation.

1.1.5 Le principe de justification

Le principe de justification, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, dispose que : « *Une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes.* »

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et des inconvénients associés peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque sanitaire. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification peut être réalisée si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

1.1.6 Le principe d'optimisation

Le principe d'optimisation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, dispose que : « *Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants [...], la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché.* »

Ce principe, connu sous le nom de principe ALARA[1], conduit par exemple à réduire, dans les autorisations de rejets, les quantités de radionucléides présents dans les effluents radioactifs issus des installations nucléaires, à imposer une surveillance des expositions au niveau des postes de travail dans le but de réduire ces expositions au strict nécessaire ou encore à veiller à ce que les expositions médicales résultant d'actes diagnostiques restent proches de niveaux de référence préalablement établis.

1.1.7 Le principe de limitation

Le principe de limitation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique dispose que « *[...] l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants [...] ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1* ».

*1. Le principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable - *au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection. Au cours des 30 dernières années, l'acceptation et la mise en œuvre du principe ALARA ont évolué de manière significative en Europe avec une implication forte de la Commission européenne qui a abouti, en 1991, à la création d'un réseau ALARA européen.*

LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE SÛRETÉ

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) définit les dix principes suivants dans sa publication *Principes fondamentaux de sûreté,* collection Normes de sûreté de l'AIEA – n° SF-1 :

1. La responsabilité en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques ;
2. Un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu ;
3. Une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s'occupent des risques radiologiques et dans les installations et activités qui entraînent de tels risques ;
4. Les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles ;
5. La protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l'on puisse raisonnablement atteindre ;
6. Les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable ;
7. Les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques ;
8. Tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences ;
9. Des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence en cas d'incidents nucléaires ou radiologiques ;
10. Les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

Les expositions induites par les activités nucléaires pour la population générale ou les travailleurs font l'objet de limites strictes. Celles-ci comportent des marges de sécurité importantes pour prévenir l'apparition des effets déterministes ; elles ont également pour but de réduire, au niveau le plus bas possible, l'apparition des effets probabilistes à long terme.

Le dépassement de ces limites traduit une situation anormale, qui peut d'ailleurs donner lieu à des sanctions administratives ou pénales.

Dans le cas des expositions médicales des patients, aucune limite de dose n'est fixée dans la mesure où cette exposition doit être justifiée par le bénéfice attendu pour la personne exposée.

1.1.8 Le principe de prévention

Pour anticiper toute atteinte à l'environnement, le principe de prévention, défini à l'article 3 de la Charte de l'environnement, prévoit la mise en œuvre de règles et d'actions qui doivent tenir compte des « *meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable* ».

Dans le domaine nucléaire, ce principe se décline par le concept de défense en profondeur présenté ci-après.

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

Les principes et démarches de la sûreté présentés ci-après ont été mis en place progressivement et intègrent le retour d'expérience des accidents. La sûreté n'est jamais définitivement acquise. Malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu. Il faut donc avoir la volonté de progresser et de mettre en place une démarche d'amélioration continue pour réduire les risques.

1.2.1 La culture de sûreté

La culture de sûreté est définie par l'INSAG (*International Nuclear Safety Advisory Group*), groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire placé auprès du directeur général de l'AIEA, comme l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté des installations nucléaires bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

La culture de sûreté traduit donc la façon dont l'organisation et les individus remplissent leurs rôles et assument leurs responsabilités vis-à-vis de la sûreté. Elle constitue un des fondements indispensables au maintien et à l'amélioration de la sûreté. Elle engage les organismes et chaque individu à prêter une attention particulière et appropriée à la sûreté. Elle doit s'exprimer au niveau individuel par une approche rigoureuse et prudente et une attitude interrogative qui permet le partage du respect des règles et l'initiative. Elle trouve une déclinaison opérationnelle dans les décisions et les actions quotidiennes liées aux activités.

1.2.2 Le concept de défense en profondeur

Le concept de défense en profondeur consiste en la mise en place d'une série de niveaux de défense reposant sur les caractéristiques intrinsèques de l'installation, des dispositions matérielles, organisationnelles et humaines ainsi que des procédures destinées à prévenir les accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences. La défense en profondeur est un concept qui s'applique à tous les stades de la vie d'une installation, de la conception au démantèlement.

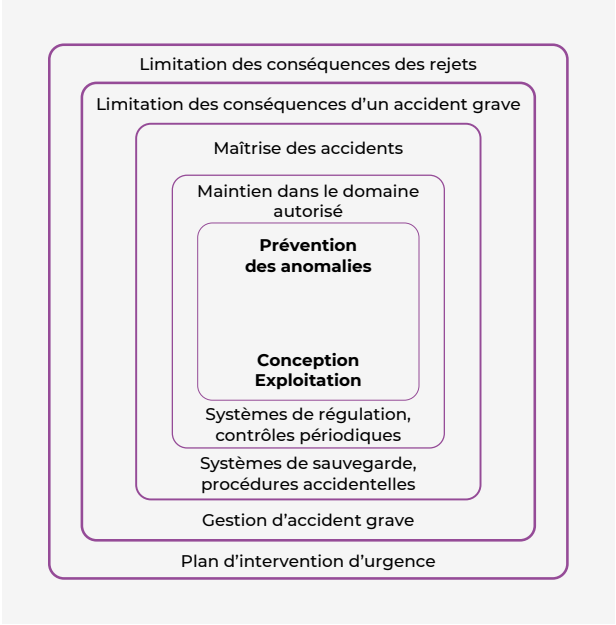
Ces niveaux de défense sont consécutifs et indépendants afin de s'opposer au développement d'un accident.

Un élément important pour l'indépendance des niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de natures différentes (systèmes « diversifiés »).

La conception d'une installation nucléaire est fondée sur une démarche de défense en profondeur. Par exemple, pour les réacteurs nucléaires, on définit les cinq niveaux suivants :

Premier niveau : prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes
Il s'agit en premier lieu de concevoir et de réaliser l'installation de manière robuste et prudente, en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance à l'égard de ses propres défaillances ou des agressions. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de fonctionnement normal, pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles les systèmes seront soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état au moins équivalent à celui prévu à sa conception par une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée de manière éclairée et prudente.

LES CINQ NIVEAUX DE LA DÉFENSE EN PROFONDEUR



Deuxième niveau : maintien de l'installation dans le domaine autorisé
Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui maintiennent l'installation dans un domaine très éloigné des limites de sûreté. Par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement se met en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce niveau de défense.

Troisième niveau : maîtrise des accidents sans fusion du cœur
Il s'agit ici de postuler que certains accidents, choisis pour leur caractère « enveloppe », c'est-à-dire les plus pénalisants d'une même famille, peuvent se produire et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont, en général, étudiés avec des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres gouvernant l'accident sont les plus défavorables possible. En outre, on applique le critère de défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle, on postule en plus de l'accident la défaillance la plus défavorable de l'un des composants qui servent à gérer cette situation. Cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits « de sauvegarde », assurant l'arrêt d'urgence, l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur, etc.) soient constitués d'au moins deux voies redondantes et indépendantes.

Quatrième niveau : maîtrise des accidents avec fusion du cœur
Ces accidents ont été étudiés à la suite de l'accident de Three Mile Island aux États-Unis (1979) et sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs tels que le réacteur européen à eau pressurisée (*Evolutionary Power Reactor* – EPR). Il s'agit soit d'exclure ces accidents, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face.

Cinquième niveau : limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants
Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les plans d'urgence incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri, ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde avant qu'elle puisse fixer l'iode radioactif rejeté, évacuation, restrictions de consommation d'eau ou de produits agricoles, etc.

1.2.3 L'interposition de barrières

Pour limiter le risque de rejets, plusieurs barrières sont interposées entre les substances radioactives et l'environnement. Ces barrières doivent être conçues avec un haut degré de fiabilité et bénéficier d'une surveillance permettant d'en détecter les éventuelles faiblesses avant une défaillance. Pour les réacteurs à eau sous pression, ces barrières sont au nombre de trois : la gaine du combustible, l'enveloppe du circuit primaire et l'enceinte de confinement (voir chapitre 10).

1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste

Le fait de postuler la survenue de certains accidents et de vérifier que, grâce au fonctionnement prévu des matériels, les conséquences de ces accidents resteront limitées est une démarche dite « déterministe ». Cette démarche est simple à mettre en œuvre dans son principe et permet de concevoir une installation (en particulier de dimensionner ses systèmes) avec de bonnes marges de sûreté, en utilisant des cas dits « enveloppes ». La démarche déterministe ne permet cependant pas d'identifier quels sont les scénarios les plus probables car elle focalise l'attention sur des accidents étudiés avec des hypothèses pessimistes.

Il convient donc de compléter l'approche déterministe par une approche reflétant mieux les divers scénarios possibles d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence, à savoir une approche probabiliste, utilisée dans les « analyses probabilistes de sûreté ».

Ainsi, pour les centrales nucléaires, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 consistent à construire, pour chaque événement (dit « déclencheur ») conduisant à l'activation d'un système de sauvegarde (troisième niveau de la défense en profondeur), des arbres d'événements, définis par les défaillances – ou le succès – des actions prévues par les procédures de conduite du réacteur et les défaillances – ou le bon fonctionnement – des matériels du réacteur. Grâce à des statistiques sur la fiabilité des systèmes et sur le taux de succès des actions (ce qui inclut donc des données de « fiabilité humaine »), la probabilité de chaque séquence est calculée. Les séquences similaires correspondant à un même événement déclencheur sont regroupées en familles, ce qui permet de déterminer la contribution de chaque famille à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Les études probabilistes de sûreté, bien que limitées par les incertitudes sur les données de fiabilité et les approximations de modélisation de l'installation, prennent en compte un ensemble d'accidents plus large que les études déterministes et permettent de vérifier et éventuellement de compléter la conception résultant de l'approche déterministe. Elles doivent donc être un complément aux études déterministes, sans toutefois s'y substituer.

Les études déterministes et les analyses probabilistes constituent un élément essentiel de la démonstration de sûreté nucléaire, qui traite des défaillances internes d'équipements, des agressions internes et externes, ainsi que des cumuls plausibles entre ces événements.

Plus précisément, les défaillances internes correspondent à des dysfonctionnements, pannes ou endommagements d'équipements de l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées. Les agressions internes et externes correspondent quant à elles à des événements trouvant leur origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et pouvant remettre en cause la sûreté de l'installation.

Les défaillances internes incluent par exemple :
- la perte des alimentations électriques ou des moyens de refroidissement ;
- l'éjection d'une grappe de commande ;
- la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire ou secondaire d'un réacteur nucléaire ;
- la défaillance de l'arrêt d'urgence du réacteur.

S'agissant des agressions internes, il est notamment nécessaire de prendre en considération :
- les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants ;
- les défaillances d'équipements sous pression ;
- les collisions et chutes de charges ;
- les explosions ;
- les incendies ;
- les émissions de substances dangereuses ;
- les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation ;
- les interférences électromagnétiques ;
- les actes de malveillance.

Enfin, les agressions externes comprennent notamment :
- les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions, les émissions de substances dangereuses et les chutes d'aéronefs ;
- les séismes ;
- la foudre et les interférences électromagnétiques ;
- les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- les incendies ;
- les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation ;
- les actes de malveillance.

1.2.5 Le retour d'expérience

Le retour d'expérience (REX), qui participe à la défense en profondeur, est l'un des outils essentiels du management de la sûreté. Il repose sur une démarche organisée et systématique de recueil et d'exploitation des signaux que donne un système. Il doit permettre de partager l'expérience acquise pour un apprentissage organisationnel (soit la mise en œuvre, dans une structure apprenante, de dispositifs de prévention s'appuyant sur l'expérience passée). Le premier objectif du REX est de comprendre et, ainsi, progresser sur la connaissance technologique et la connaissance des pratiques réelles d'exploitation pour, lorsque cela est pertinent, réinterroger la conception (technique et documentaire). L'enjeu du REX étant collectif, le deuxième objectif est de partager la connaissance qui en est issue à travers la date de détection et l'enregistrement de l'écart, de ses enseignements et de son traitement. Le troisième objectif du REX est d'agir sur les organisations et les processus de travail, les pratiques de travail (individuelles et collectives) et la performance du système technique.

Le REX englobe donc les événements, incidents et accidents qui se produisent en France et à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de les prendre en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection.

1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

L'importance des facteurs sociaux, organisationnels et humains pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement est déterminante lors de la conception, de la construction, de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations ainsi que lors du transport de substances radioactives. De même, la façon dont les hommes et les organisations gèrent les écarts à la réglementation, aux référentiels et aux règles de l'art, ainsi que les enseignements qu'ils en tirent, est déterminante. Par conséquent, tous les intervenants, quels que soient leur positionnement hiérarchique et leur fonction, contribuent à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement, du fait de leurs capacités à s'adapter, à détecter et à corriger des défauts, à redresser des situations dégradées et à pallier certaines difficultés d'application des procédures.

L'ASN définit les FSOH comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail des intervenants. Les éléments considérés relèvent de l'individu (acquis de formation, fatigue ou stress, etc.) et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit (liens fonctionnels et hiérarchiques, co-activités, etc.), des dispositifs techniques (outils, logiciels, etc.) et, plus largement, de l'environnement de travail, avec lesquels l'individu interagit.

L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail ainsi que l'accessibilité des locaux.

La variabilité des caractéristiques des intervenants (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique que ces intervenants aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cet objectif doit être atteint à un coût acceptable pour les intervenants (en matière de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation ou une tâche obtenue au prix d'un coût très élevé pour les intervenants est une source de risques : une petite variation du contexte de travail, de l'environnement humain ou de l'organisation du travail peut empêcher les intervenants d'accomplir leurs tâches conformément à ce qui est attendu.

L'intégration des FSOH

L'ASN considère que les FSOH doivent être pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de radioprotection des travailleurs lors :
- de la conception d'une nouvelle installation, d'un matériel, d'un logiciel, d'un colis de transport ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation. Ainsi, la décision n° 2014-DC-0420 de l'ASN du 13 février 2014 relative aux modifications matérielles des INB prévoit que « *la conception de la modification matérielle envisagée tienne compte des interactions, lors de sa mise en œuvre et son exploitation entre, d'une part, le matériel modifié ou nouvellement installé, d'autre part, l'utilisateur et ses besoins* » ;
- des opérations ou des activités effectuées par des intervenants lors de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires ainsi qu'au moment des transports de substances radioactives.

En outre, l'ASN considère que les exploitants doivent analyser les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et identifier, mettre en œuvre et évaluer l'efficacité des actions correctives associées, cela dans la durée.

Les exigences de l'ASN sur les FSOH

L'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB prévoit que l'exploitant définit et met en œuvre un système de gestion intégré (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection

de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes. C'est pourquoi l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SGI qui permet le maintien et l'amélioration continue de la sûreté à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

2 // Les acteurs

L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire en France répond aux exigences de la Convention sur la sûreté nucléaire, dont l'article 7 impose que « *chaque partie contractante établit et maintient en vigueur un cadre législatif et réglementaire pour régir la sûreté des installations nucléaires* » et dont l'article 8 demande à chaque État membre qu'il « *crée ou désigne un organisme de réglementation chargé de mettre en œuvre les dispositions législatives et réglementaires visées à l'article 7 et doté des pouvoirs, de la compétence et des ressources financières et humaines adéquats pour assumer les responsabilités qui lui sont assignées* » et « [...] *prend les mesures appropriées pour assurer une séparation effective des fonctions de l'organisme de réglementation et de celles de tout autre organisme ou organisation chargé de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire* ». Ces dispositions ont été confirmées par la directive européenne 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009 relative à la sûreté nucléaire, dont les dispositions ont elles-mêmes été renforcées par la directive modificative du 8 juillet 2014.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

2.1 Le Parlement

Le Parlement intervient dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, notamment par le vote de la loi. Ainsi deux lois majeures ont été votées en 2006 : la loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN ») et la loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

En 2015, le Parlement a adopté la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») qui comporte un titre entier consacré au nucléaire (titre VI intitulé « Renforcer la sûreté nucléaire et l'information des citoyens »). Cette loi permet de renforcer le cadre qui avait été mis en place en 2006.

En application des dispositions du code de l'environnement, l'ASN rend compte régulièrement de son activité au Parlement, plus particulièrement à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) et aux commissions parlementaires concernées.

L'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique ou technologique afin d'éclairer ses décisions ; à cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. L'ASN rend compte régulièrement à l'OPECST de ses activités, notamment en lui présentant chaque année son *Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*.

L'ASN rend également compte de son activité aux commissions parlementaires de l'Assemblée nationale et du Sénat, notamment à l'occasion d'auditions par les commissions chargées de l'environnement ou des affaires économiques.

Les échanges entre l'ASN et les élus sont présentés de façon plus détaillée dans le chapitre 5.

2.2 Le Gouvernement

Le Gouvernement exerce le pouvoir réglementaire. Il est donc chargé d'édicter la réglementation générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. Le code de l'environnement le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux INB, pour lesquelles il s'appuie sur des propositions ou des avis de l'ASN. Il dispose également d'instances consultatives comme le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

Le Gouvernement est par ailleurs responsable de la protection civile en cas de situation d'urgence.

2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Le ministre chargé de la sûreté nucléaire définit, après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, la réglementation générale applicable aux INB et celle relative à la fabrication et à l'exploitation des équipements sous pression (ESP) spécialement conçus pour ces installations.

Ce même ministre prend, également après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, les décisions individuelles majeures concernant :

- la conception, la construction, le fonctionnement et le démantèlement des INB ;
- la conception, la construction, le fonctionnement, la fermeture et le démantèlement ainsi que la surveillance des installations de stockage de déchets radioactifs.

Si une installation présente des risques graves, le ministre précité peut, après avis de l'ASN, suspendre son fonctionnement.

Par ailleurs, le ministre chargé de la radioprotection définit, le cas échéant sur proposition de l'ASN, la réglementation générale concernant la radioprotection.

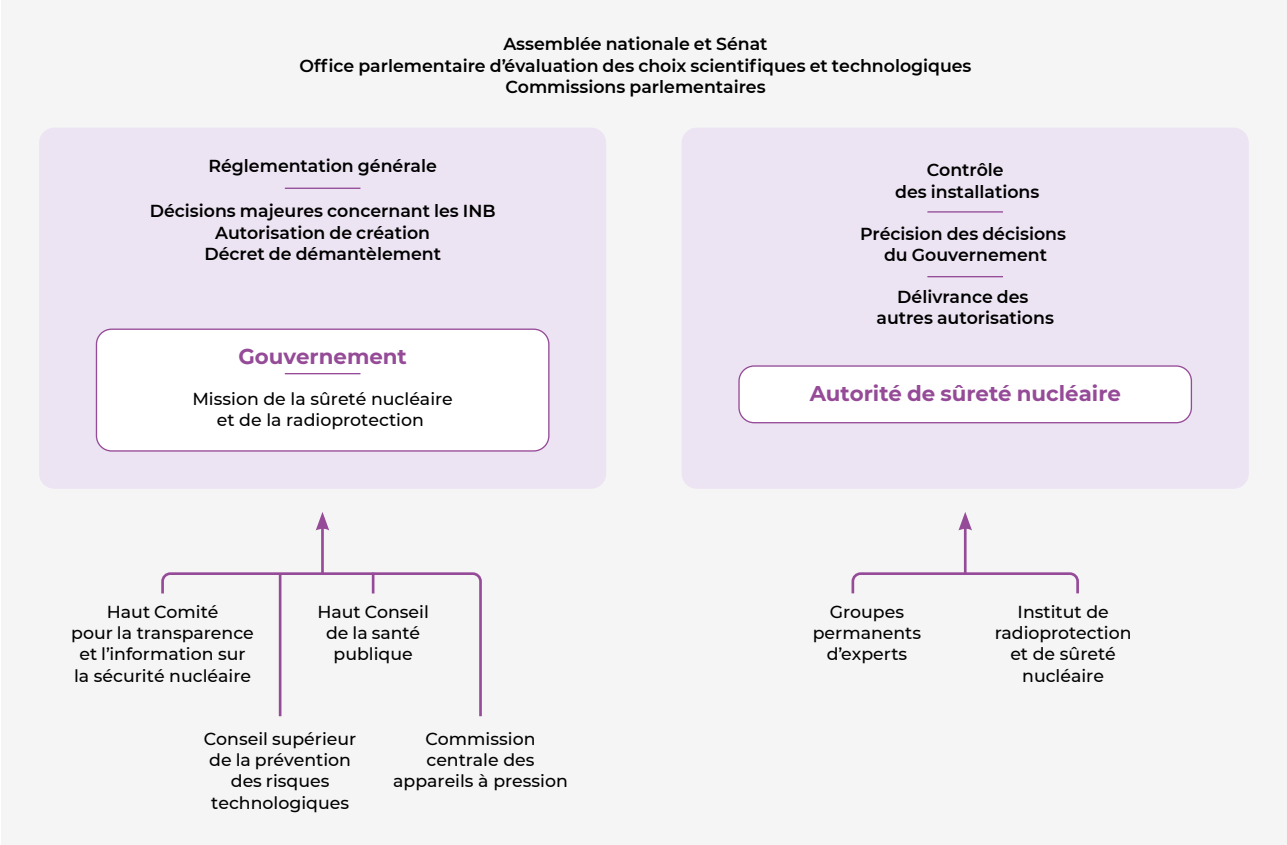
La réglementation de la radioprotection des travailleurs relève du ministre du Travail, de l'Emploi et de l'Insertion. Celle concernant la radioprotection des patients relève du ministre des Solidarités et de la Santé.

Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection homologuent par un arrêté interministériel le règlement intérieur de l'ASN. Chacun dans leur domaine, ils homologuent par ailleurs les décisions réglementaires à caractère technique de l'ASN et certaines décisions individuelles (à titre d'exemple : fixant les limites de rejets des INB en fonctionnement, portant déclassement des INB, etc.).

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR), placée au sein de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de la Transition écologique, est notamment chargée de proposer, en liaison avec l'ASN, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense, et de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION EN FRANCE



Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité

La sécurité nucléaire, au sens le plus strict (définition de l'AIEA, moins étendue que celle de l'article L. 591-1 du code de l'environnement) a pour objet la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Elle vise à assurer la protection des populations et de l'environnement contre les conséquences des actes de malveillance, selon les dispositions prévues par le code de la défense.

Cette responsabilité incombe au ministre de la Transition écologique, qui dispose des services du HFDS et, plus particulièrement, de son département de la sécurité nucléaire. Le HFDS assure ainsi le rôle d'autorité de la sécurité nucléaire en élaborant la réglementation, en donnant les autorisations et en réalisant les inspections dans ce domaine, avec l'appui de l'IRSN.

Bien que les deux réglementations et les approches soient bien distinctes, les deux domaines, du fait de la spécificité du domaine nucléaire, sont étroitement liés. L'ASN et le HFDS entretiennent à cet effet des échanges réguliers.

2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

Les services déconcentrés de l'État français sont les services qui assurent le relais, sur le plan local, des décisions prises par l'administration centrale et qui gèrent les services de l'État au niveau local. Ces services sont placés sous l'autorité des préfets.

L' ASN entretient des relations étroites avec les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et la Direction régionale et interdépartementale de l'équipement, de l'aménagement et des transports d'Île-de-France (Drieat), les directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (Dreets) et les agences régionales de santé (ARS) qui, bien que n'étant pas à proprement parler des services déconcentrés mais des établissements publics, possèdent des pouvoirs équivalents.

Les préfets sont les représentants de l'État sur le territoire. Ils sont les garants de l'ordre public et jouent en particulier un rôle majeur en cas de crise, en étant responsables des mesures de protection des populations.

Le préfet intervient au cours de différentes procédures, notamment, il transmet au ministre son avis sur le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur à la suite de l'enquête publique sur les demandes d'autorisation.

À la demande de l'ASN, il saisit le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques pour avis sur les prélèvements d'eau, les rejets et les autres nuisances des INB.

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

L'ASN, créée par la loi TSN, est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et des activités nucléaires mentionnées à l'article L. 1333-1 du code de la santé publique. Ses missions consistent à réglementer, autoriser, contrôler, appuyer les pouvoirs publics dans la gestion des situations d'urgence et contribuer à l'information des publics et à la transparence dans ses domaines de compétence.

L'ASN est dirigée par un collège composé de cinq commissaires, dont le président de l'ASN. Ils sont nommés pour 6 ans. Trois le sont par le président de la République et un par le président de chaque assemblée parlementaire. L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président.

L'ASN comprend une commission des sanctions (voir ci-après). Sur le plan de l'expertise technique, elle s'appuie notamment sur les services de l'IRSN et les groupes permanents d'experts (GPE).

2.3.1 Les missions

Réglementation
L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels de nature réglementaire relatifs à la sécurité nucléaire au sens de l'article L. 591-1 du code de l'environnement.

Elle peut prendre des décisions réglementaires à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire ou du ministre chargé de la radioprotection. Les arrêtés d'homologation et les décisions homologuées sont publiés au *Journal Officiel*.

Autorisation
L'ASN instruit les demandes d'autorisation de création ou de démantèlement des INB, rend des avis et fait des propositions au Gouvernement sur les décrets à prendre dans ces domaines. Elle autorise les modifications notables d'une INB. Elle définit les prescriptions applicables à ces installations en matière de prévention des risques, des pollutions et des nuisances. Elle autorise la mise en service de ces installations et en prononce le déclassement après l'achèvement de leur démantèlement.

Certaines de ces décisions sont soumises à homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

L'ASN délivre les autorisations, procède aux enregistrements et reçoit les déclarations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives. Les décisions et avis de l'ASN délibérés par son collège sont publiés dans son *Bulletin officiel* sur *asn.fr*.

Contrôle
L'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection auxquelles sont soumises les INB, les ESP spécialement conçus pour ces installations et les transports de substances radioactives. Elle contrôle également les activités mentionnées à l'article L. 1333-1 du code de la santé publique ainsi que les situations d'exposition aux rayonnements ionisants définies à l'article L. 1333-3 du même code. L'ASN organise une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national.

Elle désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire, les inspecteurs de la radioprotection et les inspecteurs assurant des missions d'inspection du travail.

Elle délivre les agréments et les habilitations requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, ainsi qu'en matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN).

L'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016, prise en application de la loi TECV, procède à un renforcement des moyens de contrôle et des pouvoirs de sanction de l'ASN et à un élargissement de ses compétences.

Les pouvoirs de contrôle, de police et de sanction de l'ASN ainsi renforcés auront pour effet d'améliorer l'efficacité du contrôle en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces pouvoirs de police et de sanction sont étendus aux activités mises en œuvre hors du périmètre des INB et participant aux dispositions techniques et d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'article L. 595-2 du code de l'environnement, par l'exploitant, ses fournisseurs, prestataires ou sous-traitants, et ce, dans les mêmes conditions qu'au sein des installations elles-mêmes.

Les amendes administratives seront prononcées par la commission des sanctions afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction, d'accusation et de jugement prévu par le droit français comme par les conventions internationales dans le cadre du droit à un procès équitable. Le chapitre 3 du présent rapport décrit l'ensemble des actions de contrôle de l'ASN inclus les sanctions.

Situations d'urgence
L'ASN participe à la gestion des situations d'urgence radiologique. Elle apporte son concours technique aux autorités compétentes pour l'élaboration des plans d'organisation des secours en tenant compte des risques résultant d'activités nucléaires.

Lorsque survient une telle situation d'urgence, l'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation conduites par l'exploitant. Elle assiste le Gouvernement pour toutes les questions de sa compétence et adresse ses recommandations sur les mesures à prendre sur le plan médical et sanitaire ou au titre de la sécurité civile. Elle informe le public de la situation, des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs conséquences. Elle assure la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales en notifiant l'accident aux organisations internationales et aux pays étrangers.

Le chapitre 4 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

En cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire, et en application des dispositions des articles L. 592-35 et R. 592-23 et suivants du code de l'environnement relatifs aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire, l'ASN peut procéder à une enquête technique.

Information
L'ASN participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence. Le chapitre 5 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

LES ACTIONS DE L'ASN DANS LE DOMAINE DE LA RECHERCHE

Dans le domaine de la recherche, l'ASN s'est fixée comme objectifs d'identifier ses besoins, de les publier et de les faire connaître auprès des institutions, exploitants et laboratoires de recherche afin qu'ils soient intégrés dans les programmes de recherche.

Afin de renforcer sa démarche, l'ASN est également impliquée dans des comités de pilotage, tels que celui du programme de Recherche en matière de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection (RSNR) de l'Agence nationale de la recherche (ANR). L'ASN participe également à la sélection des projets de recherche financés par Euratom. Ces appels à projets ont contribué à faire émerger de nombreux projets répondant aux besoins de recherche qui avaient été identifiés par l'ASN sur des sujets tels que les examens non destructifs, les accidents graves, les facteurs organisationnels et humains, les effets biologiques et sanitaires des faibles doses de rayonnements ionisants, ou bien encore sur le conditionnement des déchets et leur stockage géologique.

L'ASN poursuivra ses rencontres avec les autorités, institutions, laboratoires de recherche et exploitants en France et à l'étranger en vue d'échanger sur ses besoins de recherche.

LA COMMISSION DES SANCTIONS DE L'ASN



De gauche à droite : **Bernard Bureau, Françoise Farrenq-Nesi, Jacqueline Riffault, Maurice Méda, Denis Jardel, Olivier Yeznikian.** ***Absent :*** **Yves Gounin.**

Définition des orientations et suivi de la recherche
La qualité des décisions de l'ASN repose notamment sur une expertise technique robuste qui s'appuie elle-même sur les meilleures connaissances du moment. Dans ce domaine, l'article L. 592-31-1 du code de l'environnement comporte des dispositions donnant compétence à l'ASN pour veiller à l'adaptation de la recherche publique aux besoins de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Sur la base des travaux de son comité scientifique (voir point 2.5.3), l'ASN a émis trois avis sur les besoins de recherche en 2012, 2015 et 2018. Depuis la publication de son troisième avis, l'ASN poursuit le renforcement de ses relations avec les organismes de recherche et institutions en charge de la programmation et du financement de la recherche aux niveaux national et européen. Le contexte sanitaire de 2020 et 2021 a cependant limité les rencontres prévues, notamment à l'international.

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon) a mis en exergue la nécessité d'approfondir les recherches en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Un appel à projets dans ces domaines a par conséquent été lancé par l'ANR dans le cadre des investissements d'avenir. L'ASN participe au comité de pilotage de cet appel à projets, qui permet le financement de projets de recherche depuis 2013, et ce jusqu'à mi-2023. Une évaluation de ces projets est prévue à compter de 2022.

2.3.2 L'organisation

Le collège de l'ASN
Le collège de l'ASN est composé de cinq commissaires exerçant leurs fonctions à plein temps. Leur mandat est d'une durée de 6 ans et il n'est pas renouvelable. Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution. Le président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Le collège définit la stratégie de l'ASN. Il intervient plus particulièrement dans la définition des politiques générales, c'est-à-dire des doctrines et principes d'actions de l'ASN dans ses missions essentielles, notamment la réglementation, le contrôle, la transparence, la gestion des situations d'urgence et les relations internationales.

En application du code de l'environnement, le collège rend les avis de l'ASN au Gouvernement et prend les principales décisions de l'ASN. Il prend publiquement position sur des sujets majeurs qui relèvent de la compétence de l'ASN. Il adopte le règlement intérieur de l'ASN, qui fixe les règles relatives à son organisation et à son fonctionnement ainsi que des règles de déontologie. Les décisions et avis du collège sont publiés au *Bulletin officiel* de l'ASN.

En 2021, le collège de l'ASN s'est réuni 57 fois. Il a rendu 22 avis et pris 17 décisions.

La commission des sanctions
L'ordonnance « nucléaire » n° 2016-128 du 10 février 2016 a créé la commission des sanctions de l'ASN (articles L. 592-41 à L. 592-44 du code de l'environnement). L'ASN a installé le 19 octobre 2021 la commission des sanctions. La mise en place de cette commission complète l'arsenal des mesures de coercition à la disposition de l'ASN. Sur saisine du collège de l'ASN, elle aura le pouvoir de prononcer des amendes administratives à l'encontre des exploitants d'INB, des responsables de transport de substances radioactives ou d'exploitants d'ESPN ou bien des responsables d'activités nucléaires réglementées par le code de la santé publique. Son indépendance est garantie par la loi.

La commission est composée de quatre membres titulaires, deux conseillers d'État, désignés par le vice-président du Conseil d'État, et deux conseillers à la Cour de cassation, désignés par le premier président de la Cour de cassation. Elle comprend également quatre membres suppléants dont l'un est en cours de désignation. La durée du mandat des membres est de 6 ans.

Lors de leur première réunion, le 19 octobre 2021, les membres titulaires ont élu M. Maurice Meda président de la commission pour les trois prochaines années. Ils ont également adopté le

LES MEMBRES DU COMITÉ DE DIRECTION



règlement intérieur qui a fait l'objet d'une publication au *Journal Officiel* le 5 novembre 2021 et au *Bulletin officiel* de l'ASN le 8 novembre.

Comme le prévoit la loi, la commission se réunira exclusivement sur saisine du collège de l'ASN. Ce dernier peut décider de l'ouverture d'une procédure conduisant au prononcé d'une amende après avoir établi le constat qu'un responsable d'activités nucléaires n'a pas déféré à une mise en demeure, c'est-à-dire n'a pas pris les mesures répondant à cette mise en demeure.

Les amendes seront proportionnées à la gravité des manquements constatés et tiendront compte notamment de l'importance du trouble causé à l'environnement. Le montant maximal des amendes est fixé par la loi à 10 millions d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux installations nucléaires de base, à un million d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux équipements sous pression nucléaires, à 30 000 € dans le domaine du transport de substances radioactives et à 15 000 € pour les activités du nucléaire de proximité.

La procédure du prononcé de l'amende administrative prévoit le respect du contradictoire. Aucune sanction ne peut être prononcée sans que l'intéressé ou son représentant n'ait été entendu ou appelé. La décision de la commission peut être rendue publique. Les décisions prononcées par la commission des sanctions peuvent être déférées à la juridiction administrative (Conseil d'État) par la personne concernée, par le président de l'ASN ou par les tiers.

Les services centraux de l'ASN

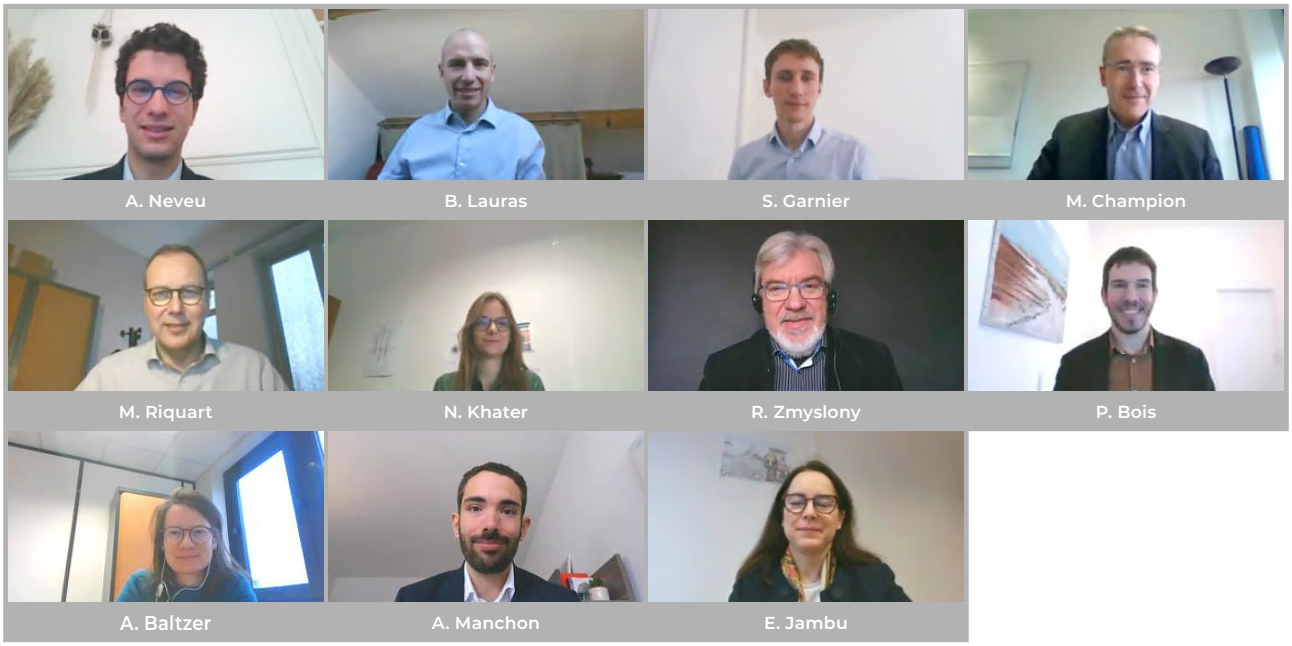
Les services centraux de l'ASN sont composés d'un comité exécutif, d'un secrétariat général, d'une mission chargée de l'expertise et de l'animation, d'une mission soutien au contrôle et de neuf directions organisées selon une répartition thématique.

Sous l'autorité du directeur général de l'ASN, le comité exécutif organise et dirige les services au quotidien. Il veille à la mise en œuvre des orientations fixées par le collège et à l'efficacité des actions de l'ASN. Il s'assure du pilotage et d'une bonne coordination entre les entités.

Les directions ont pour rôle de gérer les affaires nationales concernant les activités dont elles ont la responsabilité ; elles participent à l'établissement de la réglementation générale et coordonnent et animent l'action des divisions de l'ASN :

- La Direction des centrales nucléaires (DCN) est chargée de contrôler la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, ainsi que la sûreté des projets de futurs réacteurs électrogènes. Elle contribue aux réflexions sur les stratégies de contrôle et aux actions de l'ASN sur des sujets tels que le vieillissement des installations, la durée de fonctionnement des réacteurs, l'évaluation des performances de sûreté des centrales ou encore l'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe. La DCN est composée de six bureaux : « agressions et réexamens de sûreté », « suivi des matériels et des systèmes », « exploitation », « cœur et études », « radioprotection, environnement et inspection du travail » et « réglementation et nouvelles installations ».
- La Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) est chargée de contrôler la sûreté dans le domaine des ESP installés dans les INB. Elle contrôle la conception, la fabrication et l'exploitation des ESPN et l'application de la réglementation chez les fabricants et leurs sous-traitants et chez les exploitants nucléaires. Elle surveille également les organismes habilités qui réalisent des contrôles réglementaires sur ces équipements. La DEP est composée de trois bureaux : « Évaluation de la conformité des ESPN neufs », « Suivi en service » et « Relations avec les divisions et interventions » et deux cellules : « Référentiel, audits qualité » et « organismes inspections irrégularités ».
- La Direction du transport et des sources (DTS) est chargée de contrôler les activités relatives aux sources de rayonnements ionisants dans le secteur non médical et au transport de substances radioactives. Elle contribue à élaborer la réglementation technique, à contrôler son application et à conduire les procédures d'autorisation (installations et appareils émettant des rayonnements ionisants du secteur non médical, fournisseurs de sources médicales et non médicales, agréments de colis et d'organismes). Elle a pris en charge le contrôle de la sécurité des sources radioactives. La DTS est composée de deux bureaux : « contrôle des transports » et « radioprotection et sources » et d'une mission « sécurité des sources ».

LES CHEFS DE DIVISION



- La Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) est chargée de contrôler les installations nucléaires du « cycle du combustible », les installations de recherche, les installations nucléaires en démantèlement, les sites pollués et la gestion des déchets radioactifs. Elle participe au contrôle du laboratoire souterrain de recherche (Meuse / Haute-Marne) ainsi que des installations de recherche relevant de conventions internationales, comme le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) ou le projet de réacteur thermonucléaire expérimental international (*International Thermonuclear Experimental Reactor* – ITER). La DRC est composée de cinq bureaux : « gestion des déchets radioactifs », « suivi des laboratoire-usine-déchets-démantèlement et des installations de recherche », « suivi des installations du cycle du combustible », « gestion du démantèlement des réacteurs et de l'amont du cycle » et « gestion du démantèlement de l'aval du cycle et des situations héritées ».
- La Direction des rayonnements ionisants et de la santé (DIS) est chargée du contrôle des applications médicales des rayonnements ionisants et organise, en concertation avec l'IRSN et les différentes agences sanitaires, la veille scientifique, sanitaire et médicale concernant les effets des rayonnements ionisants sur la santé. Elle contribue à l'élaboration de la réglementation dans le domaine de la radioprotection, y compris vis-à-vis des rayonnements ionisants d'origine naturelle, et à la mise à jour des actions de protection de la santé en cas d'événement nucléaire ou radiologique. La DIS est composée de deux bureaux : « expositions en milieu médical » et « expositions des travailleurs et de la population ».
- La Direction de l'environnement et des situations d'urgence (DEU) est chargée du contrôle de la protection de l'environnement et de la gestion des situations d'urgence. Elle définit la politique de surveillance radiologique du territoire et d'information du public et contribue à garantir que les rejets des INB soient aussi faibles que raisonnablement possible, notamment par l'établissement des réglementations générales. Elle contribue à définir le cadre de l'organisation des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires dans la gestion des situations d'urgence. La DEU est composée de deux bureaux : « sécurité et préparation aux situations d'urgence » et « environnement et prévention des nuisances.
- La Direction des affaires juridiques (DAJ) exerce une fonction de conseil, d'expertise et d'assistance en matière juridique. Elle apporte son appui aux directions métiers et aux divisions territoriales dans l'élaboration de la production normative de l'ASN et analyse les conséquences des nouveaux textes et des nouvelles réformes sur les actions de l'ASN. Elle participe à l'élaboration de la doctrine de l'ASN en matière d'action de coercition et de sanction. Elle assure la défense des intérêts de l'ASN devant les juridictions administratives et judiciaires, en lien avec les entités concernées. Elle participe à la formation juridique des agents et à l'animation des comités de pilotage relatifs à la réglementation.
- La Direction de l'information, de la communication et des usages numériques (DIN) met en œuvre la politique d'information et de communication de l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle coordonne les actions de communication et d'information de l'ASN à destination de ses différents publics en traitant notamment les demandes d'information et de documentation, en faisant connaître les prises de position de l'ASN et en expliquant la réglementation. Elle a la responsabilité de l'infrastructure informatique, de la conduite de la transformation numérique et du développement des services numériques pour les assujettis et les publics de l'ASN. La DIN est composée de deux bureaux : « communication et information » et « informatique et usages numériques ».
- La Direction des relations internationales (DRI) coordonne l'action internationale de l'ASN aux plans bilatéral, européen et multilatéral, que ce soit dans un cadre formel ou informel. Elle développe les échanges avec les homologues étrangers de l'ASN pour faire connaître et expliquer l'approche et les pratiques françaises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et approfondir sa connaissance de leurs pratiques. Elle fournit aux pays concernés les informations utiles sur la sûreté des installations nucléaires françaises, notamment celles d'entre elles qui se situent à proximité des frontières. La DRI coordonne la représentation de l'ASN dans les structures de coopération établies au titre des accords ou arrangements bilatéraux, mais également au sein des instances internationales formelles comme l'Union européenne (*European Nuclear Safety Regulators Group* – ENSREG, dont elle assure la présidence), l'AIEA ou

LES DÉLÉGUÉS TERRITORIAUX



De gauche à droite et de haut en bas : **H. Brûlé, A. Beauval, J-P. Lestoille, A-A. Médard, J-P. Deneuvy, O. Morzelle, L. Tapadinhas, C. Tourasse, H. Vanlaer.** ***Absent :*** **E. Gay.**

bien encore l'AEN. Elle assure une coordination similaire dans les structures informelles établies sous forme d'associations (par exemple : *Western European Nuclear Regulators' Association* – WENRA, *International Nuclear Regulators Association* – INRA, *Heads of European Radiation Control Authorities* – HERCA) ou de groupes de coopération au titre d'initiatives étatiques multilatérales (par exemple : *Nuclear Safety and Security Working Group* – NSSG, au titre du G7).

- Le Secrétariat général (SG) contribue à doter l'ASN des moyens suffisants, adaptés et pérennes, nécessaires à son bon fonctionnement. Il est chargé de la gestion des ressources humaines, y compris en matière de compétences, et du développement du dialogue social. Il est également responsable de la politique immobilière et des moyens logistiques et matériels de l'ASN. Responsable de la mise en œuvre de la politique budgétaire de l'ASN, il veille à optimiser l'utilisation des moyens financiers. Le SG est composé de trois bureaux : « ressources humaines », « budget et finances » et « logistique et immobilier ».
- La Mission expertise et animation (MEA) met à disposition de l'ASN des capacités d'expertise de haut niveau. Elle s'assure de la cohérence des actions par la démarche qualité de l'ASN et par l'animation et la coordination des équipes. La MEA est composée de six personnes en charge de l'expertise, la recherche, la qualité et de la relation avec l'IRSN. La MEA est en charge de l'animation du réseau recherche et du réseau qualité de l'ASN.
- La Mission soutien au contrôle (MSC) s'assure que les contrôles réalisés par l'ASN sont conduits de manière pertinente, homogène, efficace et conformément aux valeurs de l'ASN. À cette fin, elle anime notamment les processus d'établissement et de suivi du programme d'inspection de l'ASN de contrôle des organismes agréés des services.

Les divisions territoriales de l'ASN

L'ASN bénéficie depuis de longues années d'une organisation régionale fondée sur ses onze divisions territoriales. Ces divisions exercent leurs activités sous l'autorité de délégués territoriaux. Le directeur de la Dreal ou de la Driee compétent sur le lieu d'implantation de la division considérée assure cette responsabilité de délégué. Il est mis à disposition de l'ASN pour l'accomplissement de cette mission. Une délégation du président de l'ASN lui confère la compétence pour signer les décisions du niveau local.

Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle direct des INB, des transports de substances radioactives et des activités du nucléaire de proximité et instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires implantées sur leur territoire. Elles sont organisées en pôles, au nombre de deux à quatre en fonction des activités à contrôler sur leur territoire.

Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet, responsable de la protection des populations, et éventuellement le préfet de zone de défense, et assurent une surveillance des opérations de mise en sûreté de l'installation sur le site. Dans le cadre de la préparation de ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions contribuent à la mission d'information du public de l'ASN. Elles participent par exemple aux réunions des commissions locales d'information (CLI) et entretiennent des relations suivies avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

2.3.3 Le fonctionnement

Les ressources humaines

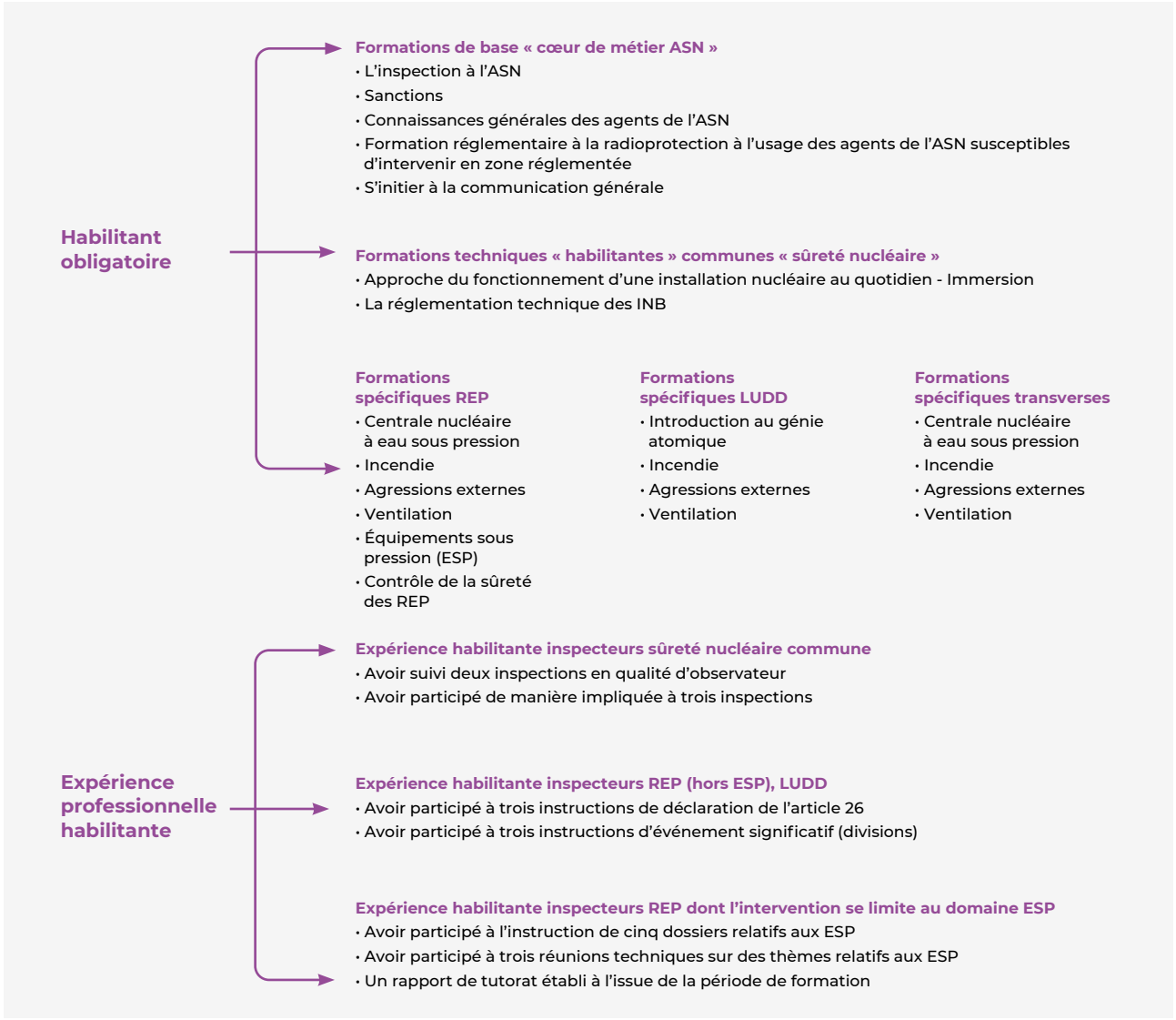
L'effectif global de l'ASN s'élève au 31 décembre 2021 à 519 personnes, réparties entre les services centraux (291 agents), les divisions territoriales (226 agents) et divers organismes internationaux (2 agents).

Cet effectif se décompose de la manière suivante :

- 451 agents fonctionnaires ou agents contractuels ;
- 68 agents mis à disposition par des établissements publics (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Andra, Assistance publique – Hôpitaux de Paris, CEA, IRSN, Service départemental d'incendie et de secours).

L'ASN met en œuvre une politique de recrutement diversifié avec l'objectif de disposer de ressources humaines suffisantes en nombre, qualifiées et complémentaires, nécessaires à ses missions.

CURSUS DE FORMATION D'INSPECTEUR « SÛRETÉ NUCLÉAIRE » QUALIFICATION RÉACTEUR À EAU SOUS PRESSION (REP), LABORATOIRES, USINES, DÉMANTÈLEMENT ET DÉCHETS (LUDD) ET TRANSVERSE



La gestion des compétences

La compétence, aux côtés de l'indépendance, de la transparence et de la rigueur, constitue une des valeurs fondamentales de l'ASN. Le compagnonnage, la formation initiale et continue, qu'elle soit générale, liée aux techniques du nucléaire, au domaine de la communication ou juridique, ainsi que la pratique au quotidien sont des éléments essentiels du professionnalisme des agents de l'ASN.

La gestion de la compétence des agents de l'ASN est fondée notamment sur un cursus de formations techniques habilitantes défini pour chaque agent en application d'un référentiel de formation métier intégrant des conditions d'expérience minimales.

En application des dispositions des articles L. 592-22 et L. 592-23 du code de l'environnement qui disposent notamment que « *L' [ASN] désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire [...] et de la radioprotection* » et du décret n° 2007-831 du 11 mai 2007 fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire qui dispose que les « *inspecteurs de la sûreté nucléaire et les agents chargés du contrôle des ESP nucléaires [...] sont choisis en fonction de leur expérience professionnelle et de leurs connaissances juridiques et techniques* », l'ASN a mis en place un processus formalisé conduisant à habiliter un grand nombre de ses agents pour effectuer ses inspections et, le cas échéant, exercer des missions de police judiciaire. L'ASN exerce également la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'article R. 8111-11 du code du travail. La décision d'habilitation que prend alors l'ASN repose, pour chacun des inspecteurs concernés, sur l'adéquation entre les compétences qu'il a acquises, à l'ASN et en dehors, et celles prévues dans le référentiel métier.

La formation a été adaptée au contexte de la pandémie de Covid-19. Au 31 décembre 2021, l'ASN compte 321 inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection ayant au moins une habilitation, soit près de 62 % des 519 agents de l'ASN.

Près de 2 400 jours de formation ont été dispensés aux agents de l'ASN au cours de 156 sessions de 90 stages différents en présentiel ou en visioconférence. Il convient également d'ajouter à ces chiffres un important volume d'heures dispensées en autoformation.

Le comité de formation s'assure de l'adéquation du dispositif de formation avec les besoins et les objectifs stratégiques fixés dans le cadre du Plan stratégique plurinannuel.

Le dialogue social

L'ASN, en tant qu'administration de l'État, dispose de trois instances de dialogue social :

- le comité technique de proximité (CTP), compétent pour toute question relative à l'organisation et au fonctionnement des services, aux effectifs et aux aspects budgétaires ;
- la commission consultative paritaire (CCP), compétente pour toute question individuelle ou collective concernant les agents contractuels en poste à l'ASN ;
- le comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) compétent pour toute question relative à la santé et à la sécurité au travail des agents de l'ASN.

Ces trois instances permettent des échanges internes riches et réguliers sur tous les sujets touchant son organisation, son fonctionnement et l'environnement de travail de ses personnels.

Au cours de l'année 2021, le CTP de l'ASN s'est réuni à trois reprises pour aborder différents sujets et rendre pour certains d'entre eux un avis sur des textes présentés par l'administration : Covid-19 et organisation de la continuité d'activité ; projet de déménagement de la division territoriale de Dijon et de la DEP ; fonctionnement du comité de la formation ; rapport social unique ; information relative aux postes seniors et aux élections professionnelles de 2022. À l'occasion du dernier CTP de l'année, un point particulier a été dédié à l'organisation d'une négociation relative à un accord sur le télétravail à l'ASN.

Le CHSCT s'est, quant à lui, attaché à ce que soient pris en compte les aspects santé et sécurité au travail dans les modifications d'organisation et de fonctionnement de l'ASN et de l'accomplissement de ses missions. Il s'est réuni à trois reprises en 2021. Des rencontres régulières en distanciel entre les représentants des personnels et l'administration ont eu lieu durant les périodes de confinement et de déconfinement, aux fins de partage d'informations et d'échange quant aux adaptations des consignes en matière d'organisation et de fonctionnement nécessaires au regard de l'évolution du contexte sanitaire.

Les débats et les échanges avec les représentants du personnel ont porté sur la Covid-19 et la prévention et l'évaluation des risques professionnels en périodes de pandémie, à l'organisation du Service compétent en radioprotection ainsi qu'à la procédure relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants des agents de l'ASN. Un groupe de travail a été mis en place et une enquête a été réalisée pour les questions relatives au travail à distance. Les conclusions de l'enquête ont été présentées au CHSCT.

Le CHSCT a examiné comme chaque année le bilan annuel de la situation générale de la santé, de la sécurité et le bilan SST (Services de santé au travail) du CEA.

Par ailleurs, le CHSCT a effectué deux visites de délégation, l'une au siège (Secrétariat général) et l'autre en division territoriale (Paris).

Enfin, l'administration, en concertation avec les membres du CHSCT et en s'appuyant sur le réseau des assistants de prévention, a poursuivi son action visant à mieux prévenir les risques professionnels et a procédé à l'actualisation du document unique d'évaluation des risques professionnels.

La CCP, compétente pour les agents contractuels, s'est réunie quant à elle deux fois en 2021. Les débats ont essentiellement porté sur la situation des agents contractuels à l'ASN ainsi que sur les mesures salariales applicables à cette population.

Il convient de signaler que dans le cadre des actions décidées en CCP, l'administration a organisé pour la quatrième année consécutive, en octobre 2021, une réunion rassemblant l'ensemble des agents contractuels de l'ASN.

La déontologie

Les règles déontologiques concernant les commissaires, les agents et les experts de l'ASN, prévues par plusieurs textes législatifs et réglementaires intervenus depuis 2011, sont rassemblées dans les deux annexes du règlement intérieur de l'ASN adopté en 2018 : la première contient les dispositions relatives à la déontologie des commissaires et des agents, la seconde contient les dispositions relatives à l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN, par exemple dans le cadre des GPE (voir ci-dessous).

Parmi les règles en vigueur à l'ASN destinées à prévenir les conflits d'intérêts, il y a lieu de mentionner les obligations déclaratives :

- déclaration publique d'intérêts (DPI) prévue par l'article L. 1451-1 (issu de la loi n° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé) et les articles R. 1451-1 et suivants du code de la santé publique : la décision CODEP-CLG-2012-033820 du président de l'ASN du 4 juillet 2012 soumet à DPI les membres du collège, du comité de direction et du Groupe permanent d'experts en radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants (GPMED). Les DPI ont été jusqu'à la mi-juillet 2017 publiées sur le site Internet de l'ASN. Désormais, les DPI font l'objet d'une déclaration sur le site unique de télédéclaration. Une soixantaine de personnes sont soumises à DPI ;
- déclarations d'intérêts et de situation patrimoniale auprès de la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique (HATVP) résultant de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique : les membres du collège effectuent leurs déclarations sur le site internet de la HATVP. Il en va de même pour le directeur général, les directeurs généraux adjoints, la secrétaire générale depuis le 15 février 2017, à la suite de la modification de la loi du 13 octobre 2013 ;
- déclaration d'intérêts « Fonction publique » introduite par la loi n° 2016-483 du 20 avril 2016 à l'article 25 de la loi n° 83-634 du 13 juillet 1983 et régie par le décret n° 2016-1967 du 28 décembre 2016 : le référent déontologue et les agents de l'ASN exerçant les missions d'inspection du travail dans les centres nucléaires de production d'électricité sont soumis à cette obligation ;
- gestion par son directeur général de ses instruments financiers dans des conditions excluant tout droit de regard de sa part, en application de l'article 25 *quater* de la loi du 13 juillet 1983 et du décret n° 2017-547 du 13 avril 2017 : le directeur général de l'ASN a fourni des éléments de justification à la HATVP avant le 2 novembre 2017.

Le président de l'ASN a désigné par décision en date du 28 janvier 2020 Alain Dorison comme référent déontologue.

Des procédures de recueil des signalements émis par les agents de l'ASN souhaitant procéder à une alerte éthique interne en application de la loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 et du décret n° 2017-564 du 19 avril 2017 ont également été mises en place. L'alerte concerne un problème éthique mais également le cas d'un agent qui serait témoin d'un délit ou d'un préjudice grave dans le cadre de ses fonctions.



Alain Dorison, référent déontologue désigné par le président de l'ASN en janvier 2020

LES AUDITS INTERNATIONAUX DE L'ASN – LES MISSIONS IRRS

Les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) de l'AIEA sont conçues pour améliorer et renforcer l'efficacité du cadre national réglementaire nucléaire, tout en reconnaissant la responsabilité finale de chaque État d'assurer la sûreté dans ce domaine. Ces missions prennent en compte les aspects réglementaires, techniques et stratégiques, réalisent des comparaisons aux normes de sûreté de l'AIEA et tiennent compte, le cas échéant, des bonnes pratiques constatées dans d'autres pays.

Ces audits s'inscrivent dans le cadre de la directive européenne sur la sûreté nucléaire prévoyant de recevoir une mission de revue par les pairs tous les 10 ans.

HISTORIQUE DES MISSIONS EN FRANCE

2006 : l'ASN a accueilli la première mission de revue IRRS portant sur l'ensemble des activités d'une autorité de sûreté.

2009 : mission de suivi IRRS.

2014 : nouvelle mission de revue étendue à la gestion des interfaces sûreté/sécurité.

2017 : mission de suivi en octobre aux fins d'évaluation des actions engagées à la suite de la revue réalisée fin 2014 avec les constats et recommandations suivants :

- mise en œuvre d'actions pour répondre à 15 des 16 recommandations ;
- réalisation de grands progrès dans l'amélioration de son système de gestion ;
- élaboration des principes de politique générale incluant des aspects de la culture de sécurité dans la formation, l'autoévaluation et la gestion ;
- réalisation de gains d'efficience sur l'ensemble des activités ;
- nécessité de poursuivre l'amélioration de la planification des ressources pour s'assurer qu'elles permettent de faire face aux défis futurs, notamment les examens périodiques de la sûreté, la prolongation de la durée de vie de centrales nucléaires, l'approche graduée aux enjeux et de nouvelles responsabilités, comme la supervision de la chaîne d'approvisionnement et la sécurité des sources radioactives.

Les rapports des missions IRRS de 2006, 2009, 2014 et 2017 sont consultables sur *asn.fr*.

L'ASN considère que les missions IRRS, en contribuant à l'appropriation des meilleures pratiques internationales, constituent un outil d'amélioration continue de la sûreté dans le monde.

À la demande de l'ASN, une nouvelle mission IRRS a été programmée en France au printemps 2024.

En outre, en 2021, des experts de l'ASN ont participé aux missions IRRS au Danemark et en Suisse.

Au-delà de la mise en œuvre des obligations rappelées ci-dessus, l'ASN a défini une nouvelle procédure de contrôle interne pour les agents qui souhaitent travailler dans le secteur privé ou faire une demande de cumul d'activités pour créer ou reprendre une entreprise, conformément à la loi n° 2019-828 du 6 août 2019 de transformation de la fonction publique et au décret n° 2020-69 du 30 janvier 2020. Des actions de sensibilisation du personnel destinées à accroître la culture déontologique interne et à prévenir les conflits d'intérêts ont également été réalisées telles que la mise en ligne sur l'intranet de documents pratiques (par exemple sur la prévention des conflits d'intérêts et le rôle du contrôle déontologique des départs vers le secteur privé), l'insertion d'un module relatif aux règles déontologiques applicables aux agents de l'ASN dans le cadre des sessions de formation organisées pour les nouveaux arrivants et un entretien vidéo dans lequel le référent déontologue explique, avec quelques exemples, ce qu'est la déontologie et quels sont les agissements de la vie professionnelle qui appellent une vigilance.

Les moyens financiers

Les moyens financiers de l'ASN sont présentés au point 3.

Dans ses avis des 27 avril 2021 et 23 septembre 2021, l'ASN considère que le montage budgétaire actuel dédié à l'appui technique de l'IRSN à l'ASN est fragile et peu lisible et souligne la nécessité de garantir un niveau de financement du budget de l'IRSN qui lui permette de continuer de répondre dans de bonnes conditions aux besoins d'appui technique de l'ASN (voir point 3).

Les outils de management de l'ASN

Les outils de management de l'ASN sont notamment évalués lors des missions de revue par les pairs (*Integrated Regulatory review Service* – IRRS), consacrées à l'analyse du système français de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (voir encadré ci-contre).

Le Plan stratégique pluriannuel

Le Plan stratégique pluriannuel (PSP), élaboré sous l'autorité du collège, développe les axes stratégiques de l'ASN à l'échelle pluriannuelle. Il est décliné chaque année dans un document d'orientation opérationnel fixant les priorités annuelles pour l'ASN, lui-même décliné par chaque entité dans un plan d'action annuel faisant l'objet d'un suivi périodique. Cette démarche à trois niveaux constitue un élément essentiel pour l'organisation et le pilotage de l'ASN.

Disponible sur *asn.fr*, le PSP pour la période 2018-2020 comprend les cinq axes stratégiques suivants :

- renforcer la mise en œuvre d'une approche graduée et efficiente de notre contrôle ;
- mieux piloter les instructions techniques ;
- renforcer l'efficacité de notre action de terrain ;
- consolider notre fonctionnement au profit du contrôle ;
- promouvoir l'approche française et européenne de sûreté à l'international.

Ce plan reste, dans le contexte actuel, éminemment d'actualité, et appelle encore la mise en œuvre d'actions dans chacun des axes rappelés ci-dessus. Par exemple, la pandémie de Covid-19 appelle une accélération des actions en matière de transformation numérique de l'ASN, qui trouvent naturellement leur place dans l'axe 4 du PSP. C'est la raison pour laquelle le PSP a été prolongé de deux années supplémentaires. L'ASN mènera une réflexion stratégique tout au long de l'année 2022 pour élaborer son nouveau PSP sur une période de cinq ans (2023-2027).

Le management interne de l'ASN
Au sein de l'ASN, les lieux d'échanges, de coordination et de pilotage sont nombreux.

Ces instances, complétées par les nombreuses structures transverses existantes, permettent de renforcer la culture de sûreté de ses agents par le partage d'expériences et la définition de positions communes cohérentes.

Le système de management par la qualité
Pour garantir et améliorer la qualité et l'efficacité de son action, l'ASN définit et met en œuvre un système de management par la qualité inspiré des standards internationaux de l'AIEA et de l'Organisation internationale de normalisation (*International Standard Organisation* – ISO). Ce système est fondé sur :

- un manuel d'organisation regroupant des notes d'organisation et des procédures qui définissent des règles pour réaliser chacune des missions ;
- des audits internes et externes pour veiller à l'application rigoureuse des exigences du système ;
- l'écoute des parties prenantes ;
- des indicateurs de performance qui permettent de surveiller l'efficacité de l'action ;
- une revue périodique du système dans un effort d'amélioration continue.

La communication interne
Renforcer la culture et réaffirmer la spécificité de l'ASN, mobiliser tous les agents autour des axes stratégiques définis pour la réalisation de leurs missions, développer une dynamique collective forte : la communication interne de l'ASN s'attache, tout comme la gestion des ressources humaines, à favoriser le partage d'informations et d'expériences entre les équipes et les métiers.

2.4 Les instances consultatives et de concertation

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

La loi TSN a institué un Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire.

Le HCTISN peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence en matière nucléaire. Il peut être saisi par le Gouvernement, le Parlement, les CLI ou les exploitants d'installations nucléaires de toute question relative à l'information concernant la sécurité nucléaire et son contrôle.

Les activités du HCTISN en 2021 sont décrites au chapitre 5.

2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique

Le Haut Conseil de la santé publique (HCSP), créé par la loi n°2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique, est une instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé.

Il contribue à la définition des objectifs pluriannuels de santé publique, évalue la réalisation des objectifs nationaux de santé publique et contribue à leur suivi annuel. Il fournit aux pouvoirs publics, en liaison avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies de prévention et de sécurité sanitaire. Il fournit également des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique.

2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques

La consultation sur les risques technologiques est organisée devant le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques (CSPRT), créé par l'ordonnance n° 2010-418 du 27 avril 2010. Ce conseil comprend, aux côtés des représentants de l'État, des exploitants, des personnalités qualifiées et des représentants des associations travaillant dans le domaine de l'environnement. Le CSPRT, qui succède au Conseil supérieur des installations classées, a vu ses compétences élargies aux canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques, ainsi qu'aux INB.

Le CSPRT est obligatoirement saisi par le Gouvernement pour avis sur les arrêtés ministériels relatifs aux INB. Il peut également être saisi par l'ASN pour les décisions relatives aux INB.

Par décret du 28 décembre 2016, le champ de compétence du CSPRT s'est à nouveau élargi. Une sous-commission permanente chargée de préparer des avis du conseil dans le domaine des ESP se substitue à la Commission centrale des appareils à pression (CCAP). Cette sous-commission a compétence délibérative pour l'examen des décisions non réglementaires entrant dans ce domaine de compétence.

Elle regroupe des membres des diverses administrations concernées, des personnes désignées en raison de leurs compétences et des représentants des fabricants et des utilisateurs d'ESP et des organismes techniques et professionnels intéressés.

Elle est obligatoirement saisie par le Gouvernement et par l'ASN de toute question touchant aux arrêtés ministériels concernant les ESP. Elle reçoit également communication des dossiers d'accident concernant ces équipements.

2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

Les commissions locales d'information (CLI) auprès des INB ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site ou des sites qui les concernent. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Les CLI, dont la constitution incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement, des intérêts économiques et d'organisations syndicales de salariés représentatives et des professions médicales ainsi que des personnalités qualifiées.

Le statut des CLI a été défini par la loi TSN du 13 juin 2006 et par les articles R. 125-50 et suivants du code de l'environnement. Il a été renforcé par la loi TECV de 2015.

Les missions et les activités des CLI sont décrites au chapitre 5.

L'Anccli a pour missions de représenter les CLI auprès des autorités nationales et européennes et d'apporter une assistance aux commissions pour les questions d'intérêt commun.

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

L'ASN bénéficie de l'expertise d'appuis techniques pour préparer ses décisions. L'IRSN est le principal d'entre eux. L'ASN poursuit, par ailleurs, depuis plusieurs années, un effort de diversification de ses experts.

2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'IRSN a été créé par la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 instaurant une agence française de sécurité sanitaire environnementale et par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 dans le cadre de la réorganisation nationale du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection afin de rassembler les moyens publics d'expertise et de recherche dans ces domaines. Ces textes ont été modifiés depuis, notamment par l'article 186 de la loi TECV et le décret n° 2016-283 du 10 mars 2016 relatif à l'IRSN.

L'IRSN est placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'environnement, de la défense, de l'énergie, de la recherche et de la santé.

L'article L. 592-45 du code de l'environnement précise que l'IRSN est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial qui exerce, à l'exclusion de toute responsabilité d'exploitant nucléaire, des missions d'expertise et de recherche dans le domaine de la sécurité nucléaire. L'IRSN contribue à l'information du public et publie les avis rendus sur saisine d'une autorité publique ou de l'ASN, en concertation avec celles-ci. Il organise la publicité des données scientifiques résultant des programmes de recherche dont il a l'initiative, à l'exclusion de ceux relevant de la défense.

Pour la réalisation de ses missions, l'ASN a recours à l'appui technique de l'IRSN. Le président de l'ASN étant membre du conseil d'administration de l'IRSN, l'ASN contribue à l'orientation de la programmation stratégique de l'IRSN.

L'IRSN conduit et met en œuvre des programmes de recherche afin d'asseoir sa capacité d'expertise publique sur les connaissances scientifiques les plus avancées dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il est chargé d'une mission d'appui technique aux autorités publiques compétentes en sûreté, radioprotection et sécurité, aussi bien dans la sphère civile que dans celle de la défense.

L'IRSN assure également certaines missions de service public, notamment en matière de surveillance de l'environnement et des personnes exposées aux rayonnements ionisants.

L'IRSN assure la gestion de bases de données nationales (comptabilité nationale des matières nucléaires, fichier national d'inventaire des sources de rayonnements ionisants, fichier relatif au suivi de l'exposition des travailleurs soumis aux rayonnements ionisants, etc.) et contribue ainsi à l'information du public sur les risques liés aux rayonnements ionisants.

Les effectifs de l'IRSN

L'effectif global de l'IRSN au 31 décembre 2021 est de 1 725 agents, dont 435 se consacrent à l'appui technique de l'ASN.

Le budget de l'IRSN

Le budget de l'IRSN est présenté au point 3.

Une convention quinquennale définit les principes et les modalités de l'appui technique fourni par l'Institut à l'ASN. Elle a été renouvelée fin 2021 pour la période 2022-2026. Cette convention est précisée chaque année par un protocole qui recense les actions à réaliser par l'IRSN en appui à l'ASN.

Loi TECV

Cette loi du 17 août 2015 clarifie l'organisation du dispositif articulé autour de l'ASN et de l'IRSN :

- elle inscrit dans le code de l'environnement l'existence et les missions de l'IRSN au sein d'une nouvelle section 6 intitulée « L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire » du chapitre 2 relatif à « L'Autorité de sûreté nucléaire » du titre IX du livre V du code de l'environnement ;
- elle rappelle que l'ASN bénéficie de l'appui technique de l'IRSN en précisant que cet appui comprend des activités d'expertise « *soutenues par des activités de recherche* » ;
- elle précise les relations entre l'ASN et l'IRSN en indiquant que l'ASN « *oriente la programmation stratégique relative à cet appui technique* » et que le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'Institut ;
- elle prévoit enfin le principe de publication des avis de l'IRSN.

2.5.2 Les groupes permanents d'experts

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie sur les avis et les recommandations de huit GPE. Une distinction est faite entre l'expertise demandée à l'IRSN (voir point 2.5.1), et celle demandée aux GPE.

Les GPE donnent un avis, à la demande de l'ASN, sur certains dossiers techniques à forts enjeux en amont de la prise de décision. Les GPE sont composés d'experts nommés à titre individuel en raison de leur compétence et sont ouverts à la société civile. Leurs membres sont issus des milieux universitaires et associatifs et d'organismes d'expertise et de recherche. Ils peuvent également être des exploitants d'installations nucléaires ou appartenir à d'autres secteurs (industriel, médical, etc.). La participation d'experts étrangers permet de diversifier les modes d'approche des problématiques et de bénéficier de l'expérience acquise au plan international.

L'ASN renouvelle tous les quatre ans la composition des GPE. En 2021, ils étaient répartis selon leurs domaines de compétence :

- le Groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM) créé en octobre 2018 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) renouvelé en octobre 2018 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines (GPU) renouvelé en octobre 2018 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) renouvelé en octobre 2018 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les transports (GPT) renouvelé en octobre 2018 ;
- le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) renouvelé en octobre 2018 ;
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs et du public pour les applications industrielles et de recherche, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle et en environnement (GPRADE) dont le mandat est arrivé à échéance au 31 décembre 2021 (voir encadré) ;
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants (GPMED) dont le mandat est arrivé à échéance au 31 décembre 2021 (voir encadré).

Pour la majorité des sujets traités, les GPE étudient les rapports établis par l'IRSN, par un groupe de travail d'experts ou par l'une des directions de l'ASN. Les représentants des services de l'ASN ou des structures externes ayant réalisé l'expertise préalable à une réunion de GPE présentent au groupe leurs conclusions. À l'issue de chaque consultation, le GPE consulté peut émettre un avis écrit, pouvant être assorti de recommandations, à destination du directeur général de l'ASN. Les éléments relatifs au dossier

sont mis à la disposition des membres des GPE afin qu'ils se forgent un avis éclairé et indépendant. Cette prise de recul est utile à la prise de décision.

En plus d'être consultés sur des dossiers soumis par un exploitant, les GPE jouent un rôle de garant de la doctrine en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et contribuent à son évolution. Ils peuvent être associés aux réflexions sur les évolutions de la règlementation, ou sur une thématique générale de sûreté nucléaire ou de radioprotection.

En tant qu'instance d'expertise, les membres des GPE sont tenus de respecter les dispositions de la Charte de l'expertise externe figurant à l'annexe 2 au règlement intérieur de l'ASN. Chaque membre des GPE établit une déclaration d'intérêt (GPMED et futurs GPRP/GTRPP).

Un règlement intérieur commun à l'ensemble des GPE est en vigueur et prévoit notamment un cadre pour l'identification et la gestion des liens et conflits d'intérêts.

CONSTITUTION DU GROUPE PERMANENT D'EXPERTS EN RADIOPROTECTION ET D'UN GROUPE DE TRAVAIL CHARGÉ DE LA RADIOPROTECTION DES PATIENTS

L'ASN met en place à partir de janvier 2022 un unique Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP) pour continuer les missions assurées par les Groupes permanents d'experts en radioprotection (GPRADE et GPMED), dont les mandats sont arrivés à échéance le 31 décembre 2021.

Ce groupe a pour mission d'éclairer l'ASN sur les questions relatives :

- à la radioprotection des travailleurs, du public et de l'environnement pour les applications médicales et médico-légales, vétérinaires, industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle (radon, rayonnements cosmiques ou telluriques) ;
- à la radioprotection des patients.

En raison des spécificités des sujets relatifs à la radioprotection des patients, un groupe de travail dédié à ces questions est créé (GTRPP), rattaché au GPRP.

Afin de constituer ces deux groupes d'experts, dont le mandat a débuté le 15 janvier 2022 pour une durée de quatre ans, un appel à candidatures a été organisé en 2021. La commission de sélection s'est réunie le 26 novembre 2021 et sur la base de ses propositions, le directeur général de l'ASN a arrêté la composition des deux groupes en retenant 36 experts pour le GPRP et 25 experts pour le GTRPP (dont neuf experts communs aux deux groupes).

Pour le GPRP, M. Jean-Luc Godet est nommé président et MM. Pierre Barbey et Thierry Sarrazin, vice-présidents. Pour le GTRPP, M. Thierry Sarrazin est nommé président et M. Nicolas Stritt, vice-président.

TABLEAU 1 **Réunions des groupes permanents d'experts en 2021**

GPE	DATE	THÈME PRINCIPAL
GPD	23 mars 2021	· Examen de la note d'orientations générales de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL), publiée par l'ASN le 5 mai 2008, en vue de sa transformation en Guide.
GPDEM	11 mars 2021	· Examen du dossier de démantèlement complet de l'INB 62 du site des Monts d'Arrée d'EDF (centrale nucléaire de Brennilis).
GPR	10 juin 2021	· Analyse du retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs électronucléaires pour la période 2018-2019.
GPRADE et GPMED	4 mars 2021	· Mise à jour du guide national *Intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique.* · Projet de guide méthodologique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages (sujet spécifique GPRADE).
GPRADE et GPMED	8 avril 2021	· Recommandations sur les évolutions des GP Radioprotection.
GPMED	18 mai 2021	· Bilans des inspections en radiothérapie, curiethérapie et pratiques interventionnelles radioguidées (PIR) et retours d'expérience des événements déclarés. · Évolutions des GP Radioprotection et orientations pour le programme de travail du prochain mandat. · Échanges et discussions autour de la modification de la décision n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 de l'ASN fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire [...].
GPRADE	18 juin 2021	· Révision de l'arrêté du 1er septembre 2003 relatif aux modalités de calcul pour les doses efficaces et les doses équivalentes et actualités réglementaires. · Évolutions des GP Radioprotection et orientations pour le programme de travail du prochain mandat. · Échanges et discussions autour de la modification de la décision n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 de l'ASN fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire [...]. · Avis du GPRADE portant sur le projet de guide méthodologique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages.
GPRADE et GPMED	7 décembre 2021	· Avis du GPRADE et du GPMED portant sur les orientations pour le programme de travail du prochain mandat des Groupes d'experts en radioprotection. · État d'avancement de la procédure de désignation des membres du Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP) et du Groupe de travail portant sur la radioprotection des patients (GTRPP). · Mise à jour du guide national *Intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique.*

Dans sa démarche de transparence en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ASN rend publics depuis 2009 les lettres de saisine des GPE, les avis rendus par les GPE ainsi que les positions prises par l'ASN sur la base de ces avis. L'IRSN publie de son côté les synthèses des rapports d'instruction technique qu'il présente aux GPE.

GPDEM « démantèlement »
Présidé par Michèle Viala, le GPDEM est composé de 33 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine du démantèlement des INB. Le GPDEM a été consulté une fois sur le projet de démantèlement complet de la centrale nucléaire de Brennilis du site des Monts d'Arrée d'EDF.

GPD « déchets »
Présidé par Pierre Bérest, le GPD est composé de 38 experts nommés en raison de leur compétence dans les domaines nucléaire, géologique et minier. En 2021, le GPD a été consulté sur le projet de guide pour le stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

GPESPN « équipements sous pression nucléaires »
Le GPESPN remplace depuis 2009 la section permanente nucléaire de la CCAP. Cette dernière a été remplacée à partir du 28 décembre 2016 par une sous-commission permanente du CSPRT (voir point 2.4.3). Présidé par Matthieu Schuler depuis le 6 octobre 2018, le GPESPN est composé de 29 experts, nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des ESP. Il ne s'est pas réuni en 2021.

GPMED « radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants »
Présidé par Bernard Aubert, le GPMED est composé de 30 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine de la radioprotection des professionnels de santé, du public et des patients et pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants. En 2021, il a tenu quatre réunions plénières dont trois ont été communes avec le GPRADE. Un appel à candidatures a été lancé au cours de l'été 2021 en vue de la constitution d'un unique Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP), aux compétences transverses, et d'un Groupe de travail chargé de la radioprotection des patients (GTRPP) qui lui est rattaché dont les mandats débuteront en janvier 2022.

GPRADE « radioprotection pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et en environnement »
Présidé par Jean-Paul Samain, le GPRADE est composé de 27 experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines de la radioprotection des travailleurs (autres que les professionnels de santé) et du public, pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants et pour les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, et la protection de l'environnement. En 2021, il a tenu quatre réunions plénières dont trois ont été communes avec le GPMED. Un appel à candidatures a été lancé au cours de l'été 2021 en vue de la constitution d'un unique Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP), aux compétences transverses, et d'un Groupe de travail chargé de la radioprotection des patients (GTRPP) qui lui est rattaché dont les mandats ont débuté en janvier 2022.

GPR « réacteurs nucléaires »
Présidé par Philippe Saint-Raymond puis Thierry Charles, le GPR est composé de 35 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des réacteurs nucléaires. En 2021, il a tenu une réunion dédiée à l'analyse du retour d'expérience de l'exploitation des réacteurs électronucléaires pour la période 2018-2019.

GPT « transports »
Sans président actuellement, le GPT est composé de 25 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des transports. Il ne s'est pas réuni en 2021.

GPU « laboratoires et usines »
Présidé par Alain Dorison, le GPU est composé de 32 experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des laboratoires et des usines concernés par des substances radioactives. Il ne s'est pas réuni en 2021.

2.5.3 Le comité scientifique

L'ASN s'appuie sur un comité scientifique placé auprès du collège pour l'appuyer dans l'identification des sujets de recherche à mener ou à approfondir dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Par décision du 6 novembre 2018 et du 28 septembre 2021, le collège de l'ASN a nommé les neuf membres du comité scientifique, désignés pour leurs compétences notamment dans les domaines de la recherche. Sous la présidence de Michel Schwarz, le comité rassemble Christophe Badie, Benoît De Boeck, Jean-Marc Cavedon, Edward Lazo, Catherine Luccioni, Antoine Masson, Jean-Claude Micaelli et Marc Vannerem. Le comité scientifique a maintenu ses deux réunions plénières annuelles en 2021. Il a poursuivi ses rencontres avec les laboratoires de recherche notamment dans le domaine du vieillissement des matériaux non métalliques et de la médecine nucléaire à visée thérapeutique. Il a également rédigé un avis sur les recherches à mener en lien avec le vieillissement des matériaux non métalliques.

2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

Pour diversifier ses expertises ainsi que pour bénéficier d'autres compétences particulières, l'ASN a engagé 76,5 k€ de crédits en 2021.

L'ASN a notamment publié un accord-cadre pour l'expertise nécessaire à l'instruction des analyses de sûreté soumises par le CEA à l'ASN relatives à l'installation nucléaire Cabri (Cadarache).

2.6 Les groupes de travail pluralistes

Plusieurs groupes de travail pluralistes ont été mis en place par l'ASN ; ils permettent à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'action ou au suivi de leur mise en œuvre.

2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement prescrit l'élaboration d'un PNGMDR, révisé tous les trois ans, dont l'objet est de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, de recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, de préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, de déterminer les objectifs à atteindre.

Le groupe de travail chargé du suivi de la mise en œuvre du PNGMDR comprend notamment des associations de protection de l'environnement, des experts, des industriels, des autorités de contrôle, ainsi que des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs. Il est coprésidé par la Direction générale de l'énergie et du climat du ministère de la Transition écologique et par l'ASN.

Les travaux de ce groupe de travail sont présentés plus en détail au chapitre 14. Les éléments sur le plan lui-même figurent dans les « Faits marquants » en introduction de ce rapport.

TABLEAU 2 **Statut et activités des principales autorités de sûreté nucléaire civiles(*)**

PAYS/ AUTORITÉS DE SÛRETÉ	STATUT			ACTIVITÉS						
	ADMINISTRATION	AGENCE GOUVERNEMENTALE	AGENCE INDÉPENDANTE	SÛRETÉ DES INSTALLATIONS CIVILES	RADIOPROTECTION			SÉCURITÉ (PROTECTION CONTRE LA MALVEILLANCE)		SÛRETÉ DES TRANSPORTS
					GRANDES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES	HORS INB	PATIENTS	SOURCES	MATIÈRES NUCLÉAIRES	
Europe										
Allemagne/ Bmub + *Länder*	■			■	■	■	■	■	■	■
Belgique/AFCN		■		■	■	■	■	■	■	■
Espagne/CSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Finlande/STÜK		■		■	■	■	■	■	■	■
France/ASN			■	■	■	■	■	■(**)		■
Royaume-Uni/ ONR		■		■	■			■	■	■
Suède/SSM		■		■	■	■	■	■	■	■
Suisse/ENSI			■	■	■				■	■
Autres pays										
Canada/CCSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Chine/NNSA	■			■	■	■		■	■	■
Corée/NSSC		■		■	■	■		■	■	■
États-Unis/NRC			■	■	■	■	■	■	■	■(***)
Inde/AERB		■		■	■	■	■	■	■	■
Japon/NRA		■	■	■	■	■	■	■	■	
Russie/ *Rostekhnadzor*	■	■		■	■			■	■	■
Ukraine/SNRIU	■	■		■	■	■		■	■	■

(*) Présentation schématique et simplifiée des principaux champs de compétence des entités (administrations, agences indépendantes au sein du Gouvernement ou agences indépendantes du Gouvernement) en charge du contrôle des activités nucléaires dans les pays nucléarisés dans le monde.
(**) La sécurité des sources a été attribuée à l'ASN par l'ordonnance du 10 février 2016. Cette disposition est entrée en vigueur le 1er juillet 2017.
(***) Transport national seulement.

TAXE INB, TAXES ADDITIONNELLES « RECHERCHE », « ACCOMPAGNEMENT » ET « STOCKAGE », CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA ET CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN

Le président de l'ASN est chargé, en application du code de l'environnement, de liquider la taxe sur les installations nucléaires de base (INB) instituée par l'article 43 de la loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 de finances pour 2000. Le produit recouvré de cette taxe, dont le montant est fixé tous les ans par le Parlement, s'est élevé à 560,3 M€ en 2021. Il est versé au budget de l'État.

De plus, ladite loi crée aussi, pour certaines INB, trois taxes additionnelles dites respectivement « recherche », « accompagnement » et « stockage ». Ces taxes sont affectées au financement des actions de développement économique et au financement des activités de recherche sur le stockage souterrain et l'entreposage réalisées par l'Andra. Le produit de ces taxes représente 126,18 M€ en 2021, dont 3,30 M€ ont été reversés en 2021 aux communes et établissements publics de coopération intercommunale autour du centre de stockage.

En outre, depuis 2014, l'ASN est chargée de la liquidation et de l'ordonnancement de la contribution spéciale instituée au profit de l'Andra par l'article 58 de la loi n° 2013-1279 du 29 décembre 2013 de finances rectificative pour 2013 et qui sera exigible jusqu'à la date d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde. À l'instar des taxes additionnelles, cette contribution est due par les exploitants des INB, à compter de la création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation. Le produit de cette contribution représente 80,7 M€ en 2021.

Enfin, l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 institue une contribution annuelle au profit de l'IRSN due par les exploitants d'INB. Cette contribution vise notamment à financer l'instruction des dossiers de sûreté déposés par les exploitants d'INB. Pour 2021, le produit de cette contribution représente 61,3 M€.

2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire

En application d'une directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique, l'ASN est chargée, en relation avec les départements ministériels concernés, de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour gérer une situation post-accidentelle.

Afin d'élaborer une doctrine et après avoir testé la gestion post-accidentelle lors de la réalisation d'exercices nationaux et internationaux, l'ASN a rassemblé tous les acteurs concernés au sein d'un Comité directeur chargé de l'aspect post-accidentel (Codirpa). Ce comité est composé de l'ASN, qui en assure l'animation, et de représentants des différents départements ministériels intéressés par le sujet, des agences sanitaires, d'associations, de représentants des CLI et de l'IRSN.

Les travaux du Codirpa sont présentés plus en détail au chapitre 4.

2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants

Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri) a été créé le 8 juillet 2019.

Présidé par l'ASN, ce comité est composé de 16 experts nommés par l'ASN, issus des sociétés savantes, et de représentants des institutions sanitaires françaises. Ce comité s'est réuni le 13 avril et le 14 décembre 2021.

2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

Considérant qu'il était nécessaire de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires, l'ASN a décidé en 2012 de mettre en place un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (Cofsoh). Les finalités du Cofsoh sont, d'une part, de permettre les échanges entre les parties prenantes sur un sujet difficile que sont les facteurs sociaux, organisationnels et humains, d'autre part, de rédiger des documents proposant des positions communes des différents membres sur un sujet donné ainsi que des orientations pour des études à entreprendre afin d'éclairer des sujets manquant de données ou de clarté.

Par ailleurs, l'ASN anime le comité national chargé du suivi du Plan national de gestion des risques liés au radon. Le comité a élaboré en 2019 et 2020 le 4e plan radon pour la période 2020-2024 qui a été publié début 2021 (voir chapitre 1). Le comité s'est réuni six fois à cet effet. Dans le cadre de ce plan, l'ASN pilote depuis 2018 un groupe de travail chargé de coordonner les actions de communication sur la gestion du risque radon.

2.7 Les autres acteurs

Dans ses missions de protection de la population contre les risques sanitaires des rayonnements ionisants, l'ASN entretient une coopération étroite avec d'autres acteurs institutionnels compétents sur les problématiques de santé.

2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été mise en place le 1er mai 2012. Établissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de la santé, l'ANSM a repris les missions exercées par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé et de nouvelles responsabilités lui ont été confiées. Ses missions centrales sont d'offrir un accès équitable à l'innovation pour tous les patients et de garantir la sécurité des produits de santé tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché.

Le site *ansm.sante.fr* présente l'Agence et son action. Cette convention est en cours de renouvellement.

2.7.2 La Haute Autorité de santé

La Haute Autorité de santé (HAS), autorité administrative indépendante créée en 2004, a pour mission essentielle le maintien d'un système de santé solidaire et le renforcement de la qualité des soins, au bénéfice des patients. Le site *has-sante.fr* présente la Haute Autorité et son action. Une convention ASN-HAS existe depuis 2008 ; elle a été renouvelée le 2 mars 2021 pour six ans. Un plan d'action ASN-HAS est annexé à cette convention et fait l'objet de mises à jour régulières.

2.7.3 L'Institut national du cancer

L'Institut national du cancer (INCa), créé en 2004, a pour mission essentielle la coordination des actions de lutte contre le cancer. Le site *e-cancer.fr* présente l'Institut et son action. Des échanges réguliers ont lieu entre l'INCa et l'ASN.

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

Le tableau 2 décrit le statut et les activités des autorités de sûreté. En termes de statut, la plupart des autorités sont des agences gouvernementales ou des agences indépendantes. Sur le plan des activités, la plupart d'entre elles contrôlent l'ensemble du spectre des activités nucléaires, y compris en matière de protection contre la malveillance (à l'exception de la France pour les actes de malveillance).

TABLEAU 3 **Répartition des contributions des exploitants**

EXPLOITANT	MONTANT POUR 2021 (en millions d'euros)			
	TAXE INB	TAXES ADDITIONNELLES DÉCHETS ET STOCKAGE	CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA	CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN
EDF	530,60	96,67	63,00	47,48
Orano-Framatome	18,52	6,20	4,00	5,71
CEA	4,51	18,34	13,70	7,08
Andra	5,41	3,30	-	0,40
Autres	1,26	1,67	-	0,71
Total	560,30	126,18	80,70	61,38 (*)

(*) Le montant alloué à l'IRSN est plafonné à 61,38 M€.

3 // Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Depuis 2000, l'ensemble des moyens en personnel et en fonctionnement concourant à l'exercice des missions confiées à l'ASN provient du budget général de l'État.

Dans la loi de finances 2021, le montant du budget de l'ASN (action 9 du programme 181 «Prévention des risques») était de 67,15 M€ en crédits de paiement. Il comprenait 49,41 M€ au titre des dépenses de personnel et 17,74 M€ en crédits de paiement au titre des crédits de fonctionnement, des services centraux et des 11 divisions territoriales de l'ASN et des crédits d'intervention.

Les moyens budgétaires de l'ASN se répartissent sur cinq programmes de politiques publiques différents :

- l'action 9 « Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection » du programme 181 « Prévention des risques » porte les effectifs et les crédits de personnel de l'ASN ainsi que les dépenses de fonctionnement, d'investissement et d'intervention engagées au titre de la réalisation de ses missions ;
- en outre, un certain nombre de charges relatives au fonctionnement (du siège et des divisions) sont intégrées dans les programmes supports du ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance (programme 218), du ministère de la Transition écologique (programme 217) et du Secrétariat général du Gouvernement (programme 354). Le patrimoine de l'ASN sur ces différents programmes, tant en matière d'actes réalisés pour l'ASN que de crédits, ne peut être connu avec précision en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes ;
- enfin, en application des dispositions de l'article L. 592-14 du code de l'environnement, « *l'Autorité de sûreté nucléaire est consultée par le Gouvernement sur la part de la subvention de l'État à l'IRSN correspondant à la mission d'appui technique apporté par cet Institut à l'Autorité.* » Ces crédits d'appui à l'ASN sont inscrits sur l'action 11 « Recherche dans le domaine des risques » du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables ».

Le budget global de l'IRSN pour 2021 s'élevait quant à lui à 282 M€ dont 83 M€ consacrés à l'action d'appui technique à l'ASN. Les crédits de l'IRSN pour l'appui technique à l'ASN proviennent pour partie (41,8 M€) du programme 190 (voir ci-après). L'autre partie (41,9 M€) provient d'une contribution due par les exploitants nucléaires. Cette contribution a été mise en place dans le cadre de la loi de finances rectificative du 29 décembre 2010.

Au total, en 2021, le budget de l'État consacré à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France s'est élevé à 275,1 M€.

À titre de repère, le montant des taxes recouvrées par l'ASN s'est élevé en 2021 à 767,18 M€ :

- 560,3 M€ au titre des taxes sur les INB (versés au budget général de l'État) ;
- 126,18 M€ au titre des taxes additionnelles « accompagnement », « stockage » et « recherche » (affectés à divers établissements dont l'Andra, communes et GIP) ;
- 80,7 M€ au titre de la contribution spéciale pour la gestion des déchets radioactifs (affectés à l'Andra).

Cette structure complexe de financement nuit à la lisibilité globale du coût du contrôle. Elle conduit par ailleurs à des difficultés en matière de préparation, d'arbitrage et d'exécution budgétaires.

4 // Perspectives

L'analyse des enseignements de la pandémie en termes organisationnels marquera encore l'année 2022. Un nouveau régime de télétravail sera mis en place tirant les bénéfices de ces nouveaux modes de travail, tout en préservant le collectif. L'actualisation du plan de continuité d'activité sera poursuivie. Dans le cadre des nouvelles modalités d'inspection (*in situ* et à distance), le travail déjà engagé sur le cadrage relatif aux contrôles à distance sera prolongé, afin de préciser les sujets qui se prêtent à une approche documentaire, en veillant à ne pas augmenter le temps passé en analyse documentaire au détriment du temps passé sur le terrain.

En matière de compétences, l'ASN poursuivra son travail de consolidation, d'une part, en modifiant les modalités de fonctionnement de ses formations faisant place à plus d'évaluation et d'autoformation ; d'autre part, en poursuivant sa politique de développement de postes séniors, qui ont vocation à être occupés par des agents ayant acquis une solide expérience professionnelle dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ou y contribuant (fonctions supports ou transverses).

En matière budgétaire et financière, les objectifs de l'ASN sont de conforter le financement tant au niveau de son fonctionnement que de ses capacités d'expertise et de préserver son autonomie budgétaire.

En matière d'expertise, en 2022, sera mise en œuvre la nouvelle convention liant l'ASN et son appui d'expertise, l'IRSN. Six des huit groupes permanents d'experts (GPDEM, GPR, GPU, GPT, GPD, GPESPN) verront leur composition renouvelée. Les réunions seront maintenues et selon les conditions sanitaires, les modalités d'interaction et de contribution adaptées.

L'ASN élaborera en 2022 son nouveau Plan stratégique pluriannuel qui portera désormais sur une durée de 5 ans.

TABLEAU 4 **Structuration budgétaire des crédits consacrés à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France**

MISSION	PROGRAMME	ACTION	NATURE	RESSOURCES BUDGÉTAIRES				RECETTES
				LFI 2020 AE (M€)	LFI 2020 CP (M€)	LFI 2021 AE (M€)	LFI 2021 CP (M€)	TAXE 2021 SUR LES INB (M€)
Mission ministérielle **Écologie, développement et aménagement durables**	**Programme 181 :** Prévention des risques	**Action 9 :** Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	Dépenses de personnel (y compris les salariés mis à disposition)	48,12	48,12	49,41	49,41	560,30
			Dépenses de fonctionnement et d'intervention	12,65	17,65	59,73	17,73	
			Total	60,77	65,77	109,14	67,14	
		Action 1 : Prévention des risques technologiques et des pollutions	Fonctionnement (évaluation) du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire	0,15	0,15	0,15	0,15	
			Sous-total	60,92	65,92	109,29	67,29	
Mission ministérielle **Direction de l'action du Gouvernement**	**Programme 217 :** Conduite et pilotage des politiques de l'écologie, du développement et de la mobilité durables **Programme 354 :** Administration territoriale de l'État	-	Fonctionnement des 11 divisions territoriales de l'ASN (immobilier, etc.)	Les crédits consacrés à l'ASN sur ces différents programmes ne sont pas identifiables en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes				
Mission interministérielle **Gestion des finances publiques et des ressources humaines**	**Programme 218 :** Conduite et pilotage des politiques économique et financière	-	Fonctionnement des services centraux de l'ASN					
Mission interministérielle **Recherche et enseignement supérieur**	**Programme 190 :** Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables	**Sous-action 11-2 (axe 3) :** Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN	41,15	41,15	41,8	41,8	
		Sous-action 11-2 (3 autres axes) : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	-	129,62	129,62	125,40	125,40	
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités de l'IRSN (hors appui technique à l'ASN)			-	19,50	19,50	19,40	19,40	
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN			-	42,70	42,70	41,90	41,90	
			Sous-total	**232,97**	**232,97**	**228,50**	**228,50**	**560,30**
Total général (hors IRSN et programmes 217, 218 et 354)				**144,77**	**149,77**	**192,99**	**150,99**	**560,30**
Total général ASN (hors programmes 217, 218 et 354) et IRSN				**293,89**	**298,89**	**337,79**	**295,79**	

1 Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités ..... P. 148

1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

2 Proportionner le contrôle aux enjeux ..... P. 149

2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN

2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants

2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base

2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

3 Réaliser un contrôle efficace ..... P. 152

3.1 L'inspection

3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression

3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base

3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs

3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

3.3.4 Le bilan statistique des événements

3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

4 Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement ..... P. 160

4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires

4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

4.2 La surveillance de l'environnement

4.2.1 Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement

4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

4.2.3 Le contenu de la surveillance

4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures

4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

4.3.2 La commission d'agrément

4.3.3 Les conditions d'agrément

5 Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements ..... P. 166

5.1 Le contrôle relatif aux fraudes

5.2 Le traitement des signalements

6 Relever et faire corriger les écarts ..... P. 168

6.1 Les mesures de coercition et les sanctions administratives

6.2 Les suites données aux infractions pénales





03

Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants

03 LE CONTRÔLE DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES ET DES EXPOSITIONS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

En France, le responsable d'une activité nucléaire doit assurer la sûreté de son activité. Il ne peut pas déléguer cette responsabilité et doit assurer une surveillance permanente de son activité et du matériel utilisé. Compte tenu des risques liés aux rayonnements ionisants pour les personnes et l'environnement, l'État exerce un contrôle des activités nucléaires, qu'il a confié à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Dans un souci d'efficacité administrative, l'ASN s'est également vu confier le contrôle de la réglementation en matière d'environnement et d'équipements sous pression (ESP) dans les installations nucléaires de base (INB).

Le contrôle des activités nucléaires est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise, en premier lieu, à s'assurer que tout responsable d'activité nucléaire assume effectivement ses obligations. L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains. Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des documents de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, du comportement des responsables d'activité et des moyens qu'ils mettent en œuvre pour les maîtriser. Dans les domaines prioritaires, l'ASN doit renforcer son contrôle. À l'inverse, pour des enjeux faibles, elle doit savoir réduire son contrôle et le faire explicitement.

1 // Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN

Le contrôle de l'ASN vise, en premier lieu, à s'assurer que les responsables d'activité assument effectivement leurs obligations et respectent les exigences de la réglementation relative à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement des risques liés à la radioactivité.

Il s'applique à toutes les phases de l'exercice de l'activité, y compris, pour les installations nucléaires, à la phase de démantèlement :

- avant l'exercice par l'exploitant d'une activité soumise à autorisation, par un examen et une analyse des dossiers, documents et informations fournis par l'exploitant pour justifier son projet au regard de la sûreté et de la radioprotection. Ce contrôle vise à s'assurer du caractère pertinent et suffisant des informations et de la démonstration fournies ;
- pendant l'exercice de l'activité, par des visites, des inspections, un contrôle des interventions de l'exploitant présentant des enjeux importants, l'analyse des bilans fournis par l'exploitant et des événements significatifs. Ce contrôle comprend l'analyse des justifications apportées par l'exploitant.

L'ASN applique un principe de proportionnalité pour guider son action afin d'adapter le champ, les modalités et l'intensité de son contrôle aux enjeux en matière de protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle s'exerce le cas échéant avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

L'article L. 592-22 du code de l'environnement dispose que l'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté et de radioprotection auxquelles sont soumis :

- les exploitants d'INB ;
- les fabricants et exploitants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) utilisés dans les INB ;
- les responsables d'activités de transport de substances radioactives (TSR) ;
- les responsables d'activités comportant un risque d'exposition des personnes et des travailleurs aux rayonnements ionisants ;
- les personnes responsables de la mise en œuvre de mesures de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants, telles que les organismes et laboratoires agréés ;
- les exploitants nucléaires, leurs fournisseurs, prestataires ou sous-traitants lorsqu'ils réalisent des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement en dehors du périmètre des INB. Le chapitre 10 détaille les actions particulières de l'ASN en 2021 concernant l'inspection de la chaîne d'approvisionnement des centrales nucléaires.

Ces personnes ou entités sont dénommées « exploitants » dans ce chapitre.

L'ASN contrôle également les organismes et les laboratoires qu'elle agrée dans le but de participer aux contrôles et à la veille en matière de sûreté et de radioprotection. L'ASN exerce la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires (voir chapitre 10).

2 // Proportionner le contrôle aux enjeux

L'ASN s'attache à organiser son action de contrôle de manière proportionnée aux enjeux présentés par les activités. Elle adopte une démarche d'amélioration continue de ses pratiques de contrôle afin de conforter l'efficacité et la qualité de ses actions. Elle exploite le retour d'expérience (REX) de plus de 40 ans de contrôle des activités nucléaires et les échanges de bonnes pratiques avec ses homologues étrangères.

L'exploitant est le principal acteur du contrôle de ses activités.

L'ASN réalise le contrôle des activités nucléaires par ses actions :
- d'inspection, en général sur site ou dans un service contrôlé, ou auprès des transporteurs de substances radioactives. Elle consiste à vérifier, par sondage, la conformité d'une situation donnée à un référentiel réglementaire ou technique mais aussi, éventuellement, à évaluer les pratiques de l'exploitant par rapport aux meilleures pratiques actuelles ;
- d'autorisation, après analyse de la démonstration du demandeur prouvant que ses activités sont maîtrisées sur le plan de la radioprotection et de la sûreté ;
- de REX notamment par l'analyse des événements significatifs ;
- d'agrément d'organismes et de laboratoires participant aux mesures de radioactivité et aux contrôles de la radioprotection ainsi que d'habilitation d'organismes pour le contrôle des appareils à pression ;
- de présence sur le terrain, fréquente également en dehors des inspections ;
- de concertation avec les organisations professionnelles (syndicats, ordres professionnels, sociétés savantes, etc.).

La réalisation de certains contrôles par des organismes et des laboratoires, qui présentent les garanties nécessaires validées par un agrément ou une habilitation de l'ASN, contribue au contrôle exercé sur les activités nucléaires.

2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN

L'exploitant a la charge de fournir à l'ASN l'information nécessaire à son contrôle. Cette information, par son volume et sa qualité, doit permettre à l'ASN d'analyser les démonstrations techniques présentées par l'exploitant et de cibler les inspections. Elle doit, par ailleurs, permettre de connaître et de suivre les événements importants qui marquent l'exploitation d'une activité nucléaire.

Le contrôle des installations nucléaires de base

La sûreté nucléaire recouvre l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des INB, ainsi qu'au TSR, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Cette notion intègre les mesures prises pour optimiser la gestion des déchets et des effluents.

La sûreté des installations nucléaires repose sur la mise en œuvre des principes suivants, définis par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dans ses principes fondamentaux de sûreté des installations nucléaires (collection Sécurité n° 110) puis repris en grande partie dans la directive européenne sur la sûreté nucléaire du 8 juillet 2014 modifiant celle de 2009 :
- la responsabilité en matière de sûreté incombe en premier lieu à l'exploitant ;
- l'organisme en charge de la réglementation et du contrôle est indépendant de l'organisme chargé de promouvoir ou d'utiliser l'énergie nucléaire. Il doit détenir les responsabilités en matière d'autorisation, d'inspection et de mise en demeure, ainsi que l'autorité, les compétences et les ressources nécessaires pour exercer ses responsabilités. Aucune autre responsabilité ne doit compromettre sa responsabilité en matière de sûreté ou entrer en conflit avec elle.

En France, le code de l'environnement définit l'ASN comme l'organisme qui répond à ces critères, hormis pour les installations nucléaires et les activités intéressant la défense qui sont régies par les dispositions du code de la défense.

L'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016, prise en application de la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), a étendu le champ du contrôle exercé par l'ASN aux fournisseurs, prestataires ou sous-traitants des exploitants, y compris pour les activités mises en œuvre hors des INB.

Dans son action de contrôle, l'ASN s'intéresse aux équipements et matériels qui constituent les installations, aux personnes chargées de les exploiter, aux méthodes de travail et à l'organisation depuis les premières phases de la conception jusqu'au démantèlement. Elle examine les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ou de contrôle et de limitation des doses reçues par les personnes qui interviennent dans les installations, ainsi que les modalités de gestion des déchets, de contrôle des rejets d'effluents ou de protection de l'environnement.

Le contrôle des équipements sous pression

De nombreux circuits des installations nucléaires contiennent ou véhiculent des fluides sous pression. Ils sont soumis à ce titre à la réglementation relative aux équipements sous pression dont font partie les ESPN.

Le code de l'environnement dispose que l'ASN est l'autorité administrative compétente pour prendre les décisions individuelles et de contrôle du suivi en service des ESP implantés dans le périmètre d'une INB.

L'exploitation des équipements sous pression fait l'objet d'un contrôle qui porte en particulier sur les programmes de suivi en service, les contrôles non destructifs, les interventions de maintenance, le traitement des anomalies qui affectent ces circuits et les requalifications périodiques.

Par ailleurs, l'ASN évalue la conformité des ESPN neufs les plus importants aux exigences de la réglementation. Elle habilite et surveille les organismes chargés d'évaluer la conformité des autres ESPN.

Le contrôle du transport de substances radioactives

Le transport comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des substances radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination finale des chargements de substances radioactives et de colis.

Le contrôle des activités comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

En France, l'ASN remplit la mission d'élaboration et de contrôle de la réglementation technique concernant la radioprotection.

Le champ du contrôle de la radioprotection par l'ASN comprend toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'ASN exerce cette mission le cas échéant conjointement avec d'autres services de l'État tels que l'inspection du travail, l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), les services du ministère chargé de la santé et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

Cette action porte soit directement sur les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, soit sur des organismes agréés pour effectuer des contrôles et vérifications techniques de ces utilisateurs.

Les modalités de contrôle des acteurs de la radioprotection sont présentées dans le tableau 1. Elles ont évolué lors de la parution, en juin 2018, des décrets transposant la directive européenne 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les missions d'inspection du travail dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. En effet, les actions de contrôle en matière de sûreté, de radioprotection et d'inspection du travail portent très souvent sur des thèmes communs, comme l'organisation des chantiers ou les conditions de recours à la sous-traitance.

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont quatre missions essentielles :

- contrôler l'application de la législation du travail dans tous ses aspects (santé, sécurité et conditions de travail, enquêtes sur les accidents du travail, qualité de l'emploi et relations collectives) ;
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations et sur la législation du travail ;
- informer l'administration des évolutions du travail et les carences éventuelles de la législation ;
- faciliter la conciliation entre les parties.

Les inspecteurs du travail de l'ASN disposent des mêmes pouvoirs et mêmes prérogatives que les inspecteurs du travail de droit commun. Ils appartiennent au système d'inspection du travail dont l'autorité centrale est la Direction générale du travail.

Les missions des inspecteurs du travail sont fondées sur des normes internationales (convention n° 81 de l'Organisation internationale du travail – OIT) et sur la réglementation nationale. L'ASN les exerce en relation avec les autres services de l'État, principalement les services du ministère chargé du travail.

L'ASN s'est dotée d'une organisation visant à faire face à ces enjeux. L'action des inspecteurs du travail de l'ASN (20 agents habilités inspecteurs du travail par l'ASN, représentants 8,30 équivalents temps plein dont 2 ETP pour la mission inspection du travail) s'est renforcée sur le terrain depuis 2009, notamment lors des arrêts de réacteur, avec des visites de contrôle, des conseils lors des réunions des commissions santé, sécurité et conditions de travail (CSSCT) et des commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail, ainsi que des entretiens réguliers avec les partenaires sociaux.

2.2 Les contrôles internes effectués par les exploitants

2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base

L'ASN a adopté en 2017 une décision (n° 2017-DC-0616 du 30 novembre 2017) qui précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

L'ASN contrôle la bonne application des dispositions prescrites par cette décision.

2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

Les dispositions des articles R. 4451-40 à R. 4451-51 du code du travail ont réorganisé les modalités de réalisation des contrôles techniques, désormais dénommés « vérifications ». Elles harmonisent les exigences en la matière avec celles applicables pour d'autres risques tels que, notamment, le risque électrique (article R. 4226-14), ou plus généralement pour les équipements de travail (article R. 4323-22) et proportionnent les mesures à mettre en œuvre à la nature et à l'ampleur du risque. Ces vérifications se déclinent, durant la vie des équipements de travail, ou des installations, sous la forme de vérifications initiales (faites par un organisme accrédité), le cas échéant renouvelées, et de vérifications périodiques (effectuées par le conseiller en radioprotection). L'arrêté du 23 octobre 2020, appelé par l'article R. 4451-51, fixe notamment les équipements de travail ou catégories d'équipement de travail et le type de sources radioactives pour lesquels l'employeur doit faire procéder à une vérification initiale et, le cas échéant, à son renouvellement et les modalités et conditions de réalisation de ces vérifications.

2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

L'ASN peut s'appuyer sur les résultats des contrôles réalisés par les organismes et laboratoires indépendants qu'elle agrée et dont elle surveille l'action.

L'article L. 592-21 du code de l'environnement dispose que l'ASN délivre les agréments requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté ou de radioprotection. La liste des organismes et laboratoires agréés est disponible sur *asn.fr*.

TABLEAU 1 **Modalités de contrôle par l'ASN des différents acteurs de la radioprotection**

	INSTRUCTION/AUTORISATION	INSPECTION	COOPÉRATION
Utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	• Examen des dossiers prévus par le code de la santé publique (articles R. 1333-1 et suivants) • Visite avant mise en service, principalement dans le domaine médical • Réception de la déclaration, enregistrement ou délivrance de l'autorisation (article R. 1333 -8)	• Inspection de la radioprotection (article L. 1333-29 du code de la santé publique)	• Élaboration avec les organisations professionnelles de guides de bonnes pratiques pour les utilisateurs de rayonnements ionisants
Organismes agréés pour les vérifications en radioprotection	• Examen des dossiers de demande d'agrément pour la réalisation des contrôles prévus à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique • Audit de l'organisme • Délivrance de l'agrément	• Contrôle de deuxième niveau : – contrôles approfondis au siège et dans les agences des organismes – contrôles de supervision inopinés sur le terrain	• Élaboration avec les organisations professionnelles de règles de bonnes pratiques pour la réalisation des vérifications en radioprotection

TABLEAU 2 **Vérifications de radioprotection réalisées en 2020 par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection**

	MÉDICAL	VÉTÉRINAIRE	RECHERCHE/ ENSEIGNEMENT	INDUSTRIE HORS INB	INB	TOTAL
Sources scellées	1686	6	1472	8959	9155	21278
Sources non scellées	351	12	732	456	1479	3030
Générateurs électriques de rayonnements ionisants mobiles	2247	245	130	650	36	3308
Générateurs électriques de rayonnements ionisants fixes	11923	742	579	5275	211	18730
Accélérateurs de particules	402	3	204	146	14	769
Total	16609	1008	3117	15486	10895	47115

À ce titre, l'ASN agrée des organismes pour procéder aux contrôles techniques ou vérifications prévus par la réglementation dans les domaines qui relèvent de sa compétence :
- vérifications en radioprotection ;
- mesures d'activité volumique du radon dans les lieux ouverts au public ;
- évaluations de la conformité d'ESPN et actions de contrôle des ESP en service.

Pour agréer les organismes qui en font la demande, l'ASN s'assure que ceux-ci réalisent les contrôles conformément à leurs obligations sur les plans technique, organisationnel et déontologique et dans les règles de l'art. Le respect de ces dispositions doit permettre d'obtenir et de maintenir le niveau de qualité requis.

L'ASN veille à tirer parti de la mise en place d'un agrément, notamment par des échanges réguliers avec les organismes qu'elle agrée et la remise obligatoire d'un rapport annuel.

En 2020, les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection ont réalisé 47 115 vérifications, dont la répartition par type de source et par domaine figure dans le tableau 2.

Les rapports des vérifications réalisées dans chaque établissement par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection sont à la disposition et examinés par les agents de l'ASN lors :
- des renouvellements d'autorisations ou modifications soumises à autorisation de l'ASN ;
- des inspections.

L'examen de ces rapports permet, d'une part, de vérifier que les vérifications obligatoires ont bien lieu, d'autre part, d'interroger les exploitants sur les actions entreprises pour remédier aux éventuelles non-conformités.

L'ASN agrée également des laboratoires pour procéder à des analyses lorsque l'utilisation des résultats requiert un haut niveau de qualité de la mesure. Elle procède ainsi à l'agrément de laboratoires pour la surveillance de la radioactivité dans l'environnement (voir point 4.3).

La liste des agréments délivrés par l'ASN est tenue à jour sur *asn.fr*.

Par ailleurs, l'ASN agrée, après avis de la sous-commission permanente chargée du transport de marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques :
- les organismes de formation des conducteurs de véhicules effectuant le transport de matières radioactives ; deux organismes sont agréés ;
- les organismes chargés d'attester la conformité des emballages conçus pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium (UF_6) ;
- les organismes chargés de l'homologation de type conteneurs-citernes et caisses mobiles citernes destinés au transport de marchandises dangereuses de la classe 7 ;
- les organismes chargés des contrôles initiaux et périodiques des citernes destinées au transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

Deux organismes sont agréés pour l'homologation des conteneurs-citernes et l'attestation de conformité des emballages d'UF_6.

Au 31 décembre 2021, sont agréés ou habilités par l'ASN :
- 29 organismes chargés des vérifications en radioprotection. Cinq renouvellements ont été délivrés au cours de l'année 2021 ;
- 94 organismes chargés de la mesure de l'activité volumique du radon dans les bâtiments. Huit de ces organismes peuvent également réaliser des mesures dans des cavités et ouvrages souterrains et 12 sont agréés pour identifier les sources et voies d'entrée du radon dans les bâtiments. L'ASN a délivré 71 agréments nouveaux ou de renouvellement au cours de l'année 2021 ;
- 4 organismes habilités pour les contrôles des ESPN dans le cadre de l'évaluation de la conformité des ESPN neufs ;
- 2 organismes habilités pour les contrôles des ESPN dans le cadre du suivi en service ;
- 3 organismes habilités pour les ESP et les récipients à pression simple dans le périmètre des INB (suivi en service) ;
- 17 services d'inspection habilités pour le suivi en service des ESP et des récipients à pression simple dans le périmètre des centrales nucléaires ;
- 67 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement couvrant 945 agréments, dont 148 agréments ou renouvellements délivrés ou maintenus au cours de l'année 2021.

En 2022, la réglementation concernant les vérifications et prestations réalisées par les organismes agréés en radioprotection (OARP) et pour le mesurage du radon va évoluer.

Depuis le 1er janvier 2022, la décision n° 2010-DC-0175 de l'ASN du 4 février 2010 définissant les modalités de vérification des OARP n'est plus applicable pour ce qui concerne les vérifications réalisées au titre du code du travail. La réglementation actuelle définissant les modalités d'agrément des organismes agréés pour les vérifications en radioprotection (décision n° 2010-DC-0191 de l'ASN du 22 juillet 2010) et les vérifications qu'ils réalisent au titre du code de la santé publique (décision n° 2010-DC-0175) va être modifiée en 2022 :
- les règles que les responsables d'activités nucléaires devront faire vérifier par un OARP porteront principalement sur la gestion des effluents et des déchets, définie dans la décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008, ainsi que sur la conception, l'exploitation et la maintenance des installations de médecine nucléaire *in vivo*, définies dans la décision n° 2014-DC-0463 du 23 octobre 2014 ;
- la décision n° 2010-DC-0191 du 22 juillet 2010 sera révisée en 2022 : le projet de décision de l'ASN qui abroge cette décision a été ouvert à consultation du public en décembre 2021.

Les décisions de l'ASN relatives aux organismes agréés pour le mesurage du radon vont également être mises à jour en 2022 afin de prendre en compte notamment les évolutions récentes du code du travail puisque, depuis le 1er janvier 2022, seuls des organismes accrédités interviennent pour la vérification initiale des lieux de travail mentionnée à l'article R. 4451-44 du code du travail.

3 // Réaliser un contrôle efficace

3.1 L'inspection

3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

L'inspection conduite par l'ASN s'appuie sur les principes suivants :
- l'inspection vise à vérifier le respect des dispositions dont la réglementation impose l'application. Elle vise aussi à l'évaluation de la situation au regard des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection ; elle cherche à identifier les bonnes pratiques, les pratiques perfectibles, et à apprécier les évolutions possibles de la situation ;
- l'inspection est modulée dans son étendue et sa profondeur en fonction des risques intrinsèques à l'activité et de leur prise en compte effective par les responsables d'activité ;
- l'inspection n'est ni systématique ni exhaustive, elle procède par échantillonnage et se concentre sur les sujets présentant les enjeux les plus forts.

3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

Pour une meilleure efficacité, l'action de l'ASN est organisée sur la base :
- d'inspections, selon une fréquence déterminée, des activités nucléaires et des thèmes qui présentent des enjeux sanitaires et environnementaux forts ;
- d'inspections, sur un échantillon représentatif, d'autres activités nucléaires ;
- de contrôles des organismes et laboratoires agréés.

Les inspections peuvent être inopinées ou annoncées à l'exploitant quelques semaines avant la visite. Elles se déroulent principalement sur site ou au cours des activités (chantier, opération de transport, etc.). Elles peuvent également concerner les services centraux ou d'études des grands exploitants nucléaires, les ateliers ou bureaux d'études des sous-traitants, les chantiers de construction, les usines ou les ateliers de fabrication des différents composants importants pour la sûreté.

L'ASN met en œuvre différents types d'inspections :
- les inspections courantes ;
- les inspections renforcées, qui consistent en un examen approfondi d'un thème ciblé par une équipe d'inspecteurs plus nombreuse que pour une inspection courante ;
- les inspection de revue, qui se déroulent sur plusieurs jours et qui portent sur plusieurs thèmes, mobilisent une dizaine d'inspecteurs. Elles ont pour objet de procéder à des examens approfondis et sont pilotées par des inspecteurs expérimentés ;
- les inspections avec prélèvements et mesures. Elles permettent d'assurer, sur les rejets et dans l'environnement des installations, un contrôle par échantillonnage indépendant de celui de l'exploitant ;
- les inspections sur événement, menées à la suite d'événements significatifs particuliers ;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des arrêts de réacteur ou de travaux particuliers, notamment en phase de construction ou de démantèlement ;
- les campagnes d'inspections, regroupant des inspections réalisées sur plusieurs installations similaires, en suivant un canevas déterminé.

L'inspection du travail dans les centrales nucléaires donne lieu à différents types d'interventions[1] qui portent notamment sur :
- le contrôle de l'application du code du travail par EDF et les entreprises extérieures dans les centrales nucléaires (interventions de contrôle qui comprennent les inspections) ;
- la participation à des réunions de commissions santé et sécurité et conditions de travail, mises en place à partir de 2020 pour EDF, de comités sociaux et économiques et de commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (chantier EPR) ;
- la réalisation d'enquêtes sur demande, sur plainte ou sur information à la suite desquelles les inspecteurs peuvent prendre des décisions prévues par la réglementation du travail, telles que l'arrêt de travaux ou l'obligation de vérification d'équipements de travail par un organisme accrédité.

Pendant la pandémie, l'ASN a mis en place des modalités de contrôle à distance. Ce type de contrôle est devenu un outil à disposition des inspecteurs, qui est adapté à certaines thématiques d'inspections. Néanmoins, l'inspection sur site reste le mode de contrôle préférentiel.

La mise en place de ces modalités de contrôle à distance a conduit l'ASN à modifier les indicateurs relatifs aux inspections. Pour ce type d'inspection, l'examen critique de documents transmis par un responsable d'activité nucléaire, réalisé lors des phases de préparation des inspections sur site, devient prépondérant. Il n'est dès lors plus possible de discerner la préparation de l'inspection, impliquant cet examen documentaire, de l'inspection elle-même.

Par conséquent, les paragraphes suivants présenteront le nombre de jours.inspecteur correspondant aux inspections sur site et le nombre d'inspections à distance. Le nombre de jours.inspecteur dans ces paragraphes n'est donc pas directement comparable à celui des années antérieures à 2020, car il ne reflète que le temps passé sur site sans prendre en compte les inspections à distance.

Par ailleurs, le tableau 5 présente le nombre total de jours. inspecteur consacrés aux inspections, que celles-ci soit réalisées sur site, à distance, ou selon des modalités mixtes.

L'ASN adresse à l'exploitant une lettre de suite d'inspection, publiée sur *asn.fr*, qui formalise :
- le constat d'écarts entre la situation observée lors de l'inspection et les textes réglementaires ou les documents établis par l'exploitant en application de la réglementation ;
- des anomalies ou des points qui nécessitent des justifications complémentaires ;
- les bonnes pratiques ou pratiques perfectibles sans être directement opposables.

Les non-conformités relevées lors d'une inspection peuvent faire l'objet de sanctions administratives ou pénales (voir point 6).

1. *L'intervention est l'unité représentative de l'activité habituellement utilisée par l'inspection du travail.*

TABLEAU 3 **Répartition des inspecteurs par domaine de contrôle au 31 décembre 2021**

CATÉGORIES D'INSPECTEURS	DIRECTIONS	DIVISIONS	TOTAL
Inspecteurs de la sûreté nucléaire	128	125	253
dont inspecteurs de la sûreté nucléaire pour le transport	*27*	*49*	*76*
Inspecteurs de la radioprotection	40	106	146
Inspecteurs du travail	2	18	20
Inspecteurs tous domaines confondus	148	169	317

TABLEAU 4 **Nombre d'inspections par domaine**

INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (HORS ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION)	ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION	TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	NUCLÉAIRE DE PROXIMITÉ	ORGANISMES ET LABORATOIRES AGRÉÉS	TOTAL
733	106	109	823	110	1 881

Certaines inspections sont réalisées avec l'appui d'un représentant de l'IRSN spécialiste de l'installation contrôlée ou du thème technique de l'inspection.

Les inspecteurs de l'ASN

L'ASN dispose d'inspecteurs désignés et habilités par son président, en application du décret n° 2007-831 du 11 mai 2007 fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire, dès lors qu'ils ont acquis les compétences juridiques et techniques nécessaires par leur expérience professionnelle, le compagnonnage ou les formations.

Les inspecteurs prêtent serment et sont astreints au secret professionnel. Ils exercent leur activité de contrôle sous l'autorité du directeur général de l'ASN et disposent d'outils pratiques (guides d'inspection, outils d'aide à la décision) régulièrement mis à jour.

Dans une démarche d'amélioration continue, l'ASN favorise par ailleurs l'échange et l'intégration de bonnes pratiques issues d'autres organismes de contrôle :

- en organisant au plan international des échanges d'inspecteurs entre autorités de sûreté, pour le temps d'une inspection ou pour une durée plus longue qui peut aller jusqu'à une mise à disposition de plusieurs années. Ainsi, après en avoir constaté l'intérêt, l'ASN a adopté le modèle des inspections de revue décrit précédemment. En revanche, elle n'a pas opté pour le système de l'inspecteur résidant sur un site nucléaire, estimant que ses inspecteurs doivent travailler dans une structure d'une taille suffisante pour permettre le partage d'expérience et participer à des contrôles d'exploitants et d'installations différents afin d'avoir une vue élargie de ce domaine d'activité. Ce choix permet également une plus grande clarté dans l'exercice des responsabilités respectives de l'exploitant et du contrôleur ;
- en accueillant des inspecteurs formés à d'autres pratiques de contrôle. L'ASN encourage l'intégration dans ses services d'inspecteurs provenant d'autres autorités de contrôle, telles que les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement, l'ANSM, les agences régionales de santé (ARS), etc. Elle propose également l'organisation d'inspections conjointes avec ces autorités sur les activités qui entrent dans leur champ de compétences communes ;
- en organisant la participation de ses agents à des inspections sur des sujets, dans des régions et des domaines différents, pour favoriser notamment l'homogénéité de ses pratiques. Chaque inspecteur de l'ASN en région participe au moins à une inspection réalisée dans une région différente. Cette règle avait été profondément assouplie en 2020 compte tenu du contexte lié à la pandémie de Covid-19 et à la nécessité, durant certaines périodes, d'éviter la propagation du virus entre régions mais a été remise en vigueur en 2021.

Le tableau 3 présente l'effectif des inspecteurs qui est de 317 au 31 décembre 2021. Certains agents sont inspecteurs dans plusieurs domaines de contrôle et tous les chefs d'entité opérationnelle et leurs adjoints cumulent les fonctions d'encadrement et d'inspection.

Les inspections sont réalisées majoritairement par les inspecteurs en poste dans les divisions, qui représentent 53 % des inspecteurs de l'ASN. Les 148 inspecteurs en poste dans les directions participent aux inspections de l'ASN dans leur domaine de compétence ; ils représentent 47 % de l'effectif des inspecteurs et ont réalisé 16 % des inspections en 2021, l'essentiel de leur activité se concentrant sur l'instruction de dossiers.

Comme indiqué précédemment, l'ASN améliore continuellement l'efficience de son contrôle en ciblant et en modulant ses inspections en fonction de l'importance des enjeux pour la protection des personnes et de l'environnement.

En 2021, les inspecteurs de l'ASN ont réalisé 1 881 inspections au total, représentant 3 959 hommes.jours d'inspection sur le terrain. Environ 5% des inspections ont été réalisées à distance. La répartition par domaine est indiquée dans le tableau 4.

Le programme d'inspection de l'ASN

Pour assurer une répartition des moyens d'inspection de manière proportionnée aux enjeux des différentes installations et activités en matière de sûreté et de radioprotection, l'ASN établit chaque année un programme prévisionnel d'inspections, en tenant compte des enjeux en termes de contrôle (voir point 3.1). Ce programme n'est communiqué ni aux exploitants ni aux responsables d'activités nucléaires.

L'ASN assure un suivi de l'exécution du programme et des suites données aux inspections grâce à des bilans périodiques. Ce suivi permet d'évaluer les activités contrôlées et d'alimenter le dispositif d'amélioration continue du processus d'inspection.

L'information relative aux inspections

L'ASN informe le public des suites données aux inspections par la mise en ligne des lettres de suite d'inspection sur *asn.fr*.

Par ailleurs, au terme de chaque inspection de revue, l'ASN publie une note d'information sur *asn.fr*.

3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression

En 2021, 2 322 jours.inspecteur ont été consacrés à l'inspection sur site des INB et des ESP sur le terrain, correspondant à 839 inspections. Parmi celles-ci, 17 % ont été réalisées de façon inopinée. De plus, 17 inspections ont été conduites à distance.

Le travail d'inspection sur le terrain est réparti en 1216 jours.inspecteur dans les centrales nucléaires (426 inspections sur site), 819 jours.inspecteur dans les autres INB (295 inspections sur site), c'est-à-dire principalement les installations du « cycle du combustible », installations de recherche et installations en démantèlement, et 287 pour les ESP (101 inspections sur site).

Le travail d'inspection à distance a conduit à 8 inspections pour les centrales nucléaires, 4 inspections pour les autres INB et 5 inspections pour les ESP.

Deux inspections de revue ont été réalisées en 2021, l'une sur la centrale nucléaire de Cattenom et l'autre sur le site de Marcoule, ce qui correspond à 98 jours.inspecteurs.

Par ailleurs, les inspecteurs du travail de l'ASN ont mené 664 interventions lors de 196 journées d'inspection dans les centrales nucléaires.

3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

En 2021, 143 jours.inspecteur ont été consacrés par l'ASN à l'inspection sur site des activités de transport, correspondant à 99 inspections sur site. Parmi celles-ci, 34 % ont été réalisées de façon inopinée. Par ailleurs, 10 inspections à distance ont été réalisées.

3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

L'ASN organise son action de contrôle de façon proportionnée aux enjeux radiologiques, présentés par l'utilisation des rayonnements ionisants, et cohérente avec l'action des autres services d'inspection.

En 2021, 1355 jours.inspecteur ont été consacrés aux inspections dans les activités du nucléaire de proximité sur site, correspondant à 766 inspections sur site, dont 9 % inopinées, auxquelles s'ajoutent 57 inspections à distance. Ce travail d'inspection a été réparti notamment dans les domaines médical, industriel, vétérinaire, de la recherche ou de la radioactivité naturelle.

3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

L'ASN exerce sur les organismes et laboratoires agréés un contrôle de second niveau. Il comprend, outre l'instruction du dossier de demande et la délivrance de l'agrément, des actions de surveillance telles que :

- des audits d'agrément (audit initial ou de renouvellement) ;
- des contrôles pour s'assurer que l'organisation et le fonctionnement de l'organisme sont conformes aux exigences applicables ;
- des contrôles de supervision, le plus souvent inopinés, pour s'assurer que les agents de l'organisme interviennent dans des conditions satisfaisantes.

En 2021, 139 jours.inspecteur ont été consacrés au contrôle d'organismes et de laboratoires agréés, correspondant à 97 inspections, dont 34 % étaient inopinées, auxquelles s'ajoutent 13 inspections à distance.

3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

L'ASN exerce également un contrôle de la radioprotection dans des lieux où l'exposition des personnes aux rayonnements naturels peut être renforcée du fait du contexte géologique sous-jacent (radon dans les établissements recevant du public (ERP) et dans les lieux de travail).

Contrôler les expositions au radon

L'article R. 1333-33 du code de la santé publique prévoit que les mesures de l'activité volumique du radon dans les ERP sont réalisées soit par l'IRSN, soit par des organismes agréés par l'ASN. Ces mesures sont à effectuer entre le 15 septembre d'une année donnée et le 30 avril de l'année suivante.

L'article R. 4451-44 du code du travail prévoit que les vérifications initiales de la concentration d'activité au radon, dans les zones délimitées au titre du radon, lorsqu'elle est requise, sont réalisées par des organismes accrédités ou par des organismes agréés par l'ASN.

Contrôler la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Le contrôle de la radioactivité naturelle des eaux de consommation est exercé par les ARS. Les modalités de ces contrôles tiennent compte des recommandations émises par l'ASN et reprises dans la circulaire de la Direction générale de la santé du 13 juin 2007.

Les résultats des contrôles sont conjointement exploités par l'ASN et les services du ministère chargé de la santé.

TABLEAU 5 **Répartition par thème des jours d'inspection en 2021 (incluant les jours d'inspection à distance)**

PAR DOMAINE	NOMBRE DE JOURS.INSPECTEUR	NOMBRE D'INSPECTIONS RÉALISÉES
Installation nucléaire de base/Réacteur à eau sous pression	1216	434
Installation nucléaire de base/Laboratoires usines déchets et démantèlement	819	299
Installation nucléaire de base/Équipements sous pression	287	106
Nucléaire de proximité/Industrie	412	272
Nucléaire de proximité/Médical	784	429
Nucléaire de proximité/Radioactivité naturelle	13	18
Nucléaire de proximité/Sites et sols pollués	5	4
Nucléaire de proximité/Recherche	106	75
Nucléaire de proximité/Vétérinaire	33	23
Nucléaire de proximité/Autre	2	2
Transport de substances radioactives	143	109
Organismes agréés/Laboratoires agréés	139	110
Total	3959	1881

3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant

Les dossiers fournis par l'exploitant ont pour but de démontrer que les objectifs fixés par la réglementation technique générale, ainsi que ceux qu'il s'est lui-même fixés, sont respectés. L'ASN est amenée à vérifier le caractère suffisamment complet du dossier et la qualité de la démonstration.

L'instruction de ces dossiers peut conduire l'ASN à accepter ou non les propositions de l'exploitant, à exiger des compléments d'information ou des études, voire la réalisation de travaux de mise en conformité.

3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base

L'examen des documents justificatifs produits par les exploitants et les réunions techniques organisées avec eux constituent l'une des formes du contrôle exercé par l'ASN.

Chaque fois qu'elle le juge nécessaire, l'ASN recueille l'avis d'appuis techniques, dont le principal est l'IRSN. L'évaluation de sûreté implique en effet la collaboration de nombreux spécialistes, ainsi qu'une coordination efficace afin de dégager les points essentiels relatifs à la sûreté et à la radioprotection.

L'évaluation de l'IRSN s'appuie sur des échanges techniques approfondis avec les équipes des exploitants qui conçoivent et exploitent les installations. Elle est également fondée sur des études et des programmes de recherche et développement consacrés à la prévention des risques et à l'amélioration des connaissances sur les accidents. Pour certains dossiers, l'ASN demande l'avis du groupe permanent d'experts compétent ; pour les autres dossiers, les analyses de sûreté font l'objet d'avis de l'IRSN transmis directement à l'ASN. La manière dont l'ASN requiert l'avis d'un appui technique et, le cas échéant, d'un groupe permanent d'experts est décrite au chapitre 2.

Au stade de la conception et de la construction, l'ASN analyse avec l'aide de son appui technique les rapports de sûreté, qui décrivent et justifient les principes de conception, les calculs de dimensionnement des systèmes et des équipements, leurs règles d'utilisation et d'essais, l'organisation de la qualité mise en place par le maître d'ouvrage et ses fournisseurs. Elle analyse également l'étude d'impact environnemental de l'installation. L'ASN contrôle la construction et la fabrication des ouvrages et équipements, notamment ceux du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression (REP). Elle contrôle selon les mêmes principes les colis destinés au TSR.

Une fois l'installation nucléaire mise en service, après autorisation de l'ASN, toutes les modifications de l'installation ou de son mode d'exploitation, apportées par l'exploitant, de nature à affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de l'environnement sont déclarées à l'ASN ou soumises à son autorisation. Par ailleurs, l'exploitant doit procéder à des réexamens périodiques afin d'actualiser l'appréciation de l'installation en tenant compte de l'évolution des techniques et de la réglementation, ainsi que du REX. Les conclusions de ces réexamens sont soumises par l'exploitant à l'ASN qui peut fixer de nouvelles prescriptions pour la poursuite du fonctionnement.

Les autres dossiers transmis par les exploitants d'INB

Un volume important de dossiers concerne des thèmes spécifiques comme la protection contre l'incendie, la gestion du combustible des REP, les relations avec les prestataires, etc.

L'exploitant fournit aussi périodiquement des rapports d'activité, ainsi que des bilans sur les prélèvements d'eau, les rejets liquides et gazeux et sur les déchets produits.

3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

Il appartient à l'ASN d'instruire les demandes de détention et d'utilisation de sources de rayonnements ionisants dans les domaines médical et industriel. L'ASN traite également les procédures prévues en cas d'acquisition, de distribution, d'importation, d'exportation, de cession, de reprise et d'élimination de sources radioactives. Elle s'appuie notamment sur les rapports de contrôle des organismes agréés et les comptes-rendus d'exécution des mesures prises pour remédier aux non-conformités constatées lors de ces contrôles.

Outre les vérifications conduites sous la responsabilité des établissements et les contrôles périodiques prévus par la réglementation, l'ASN procède à ses propres contrôles lors de l'instruction des demandes.

3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs

3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

Historique

Les conventions internationales ratifiées par la France (article 19vi de la Convention sur la sûreté nucléaire du 20 septembre 1994 ; article 9v de la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs du 5 septembre 1997) imposent aux exploitants d'INB de mettre en œuvre un système fiable de détection précoce et de déclaration des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs d'application des règles d'exploitation. Dix ans avant, l'arrêté « qualité » du 10 août 1984 imposait déjà un tel système en France.

Forte d'une expérience de trente ans, l'ASN a jugé utile de transposer à la radioprotection et à la protection de l'environnement cette démarche, initialement limitée à la sûreté nucléaire. L'ASN a élaboré trois guides qui définissent les principes et rappellent les obligations des exploitants en matière de déclaration des incidents et accidents :

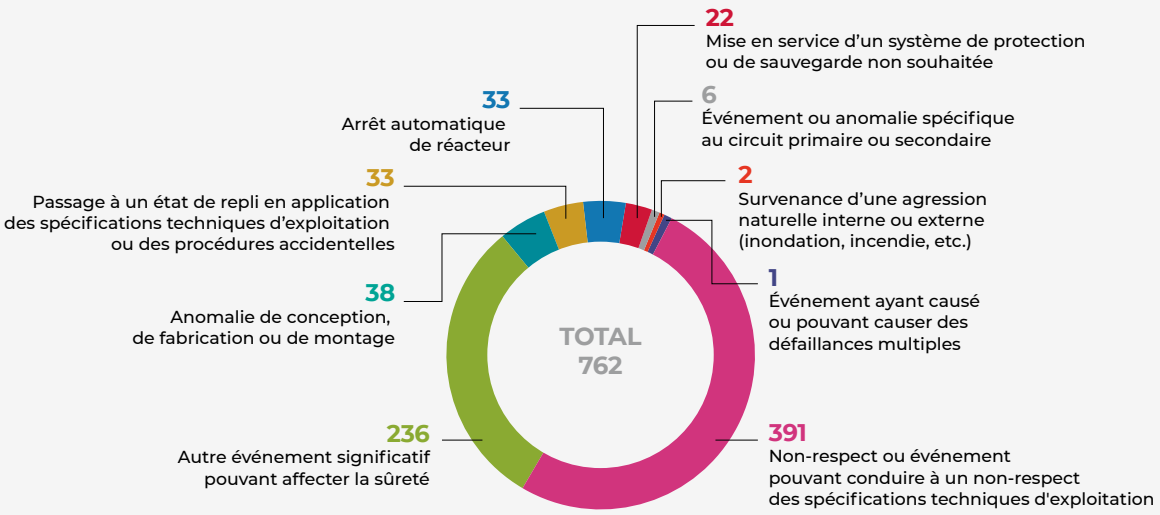
- le Guide du 21 octobre 2005 regroupe les dispositions applicables aux exploitants d'INB et aux responsables de transports internes. Il concerne les événements significatifs qui intéressent la sûreté nucléaire des INB, le TSR lorsque celui-ci a lieu à l'intérieur du périmètre d'une INB ou d'un site industriel sans emprunter la voie publique, la radioprotection et la protection de l'environnement ;
- le Guide n° 11 du 7 octobre 2009, mis à jour en juillet 2015, regroupe les dispositions applicables aux responsables d'activités nucléaires telles que définies par l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et aux chefs d'établissements dans lesquels sont utilisés des rayonnements ionisants (activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des rayonnements ionisants) ;
- le Guide n° 31 décrit les modalités de déclaration des événements liés au TSR (voir chapitre 9). Ce guide est applicable depuis le 1er juillet 2017.

Ces guides sont consultables sur le site Internet de l'ASN, *asn.fr*.

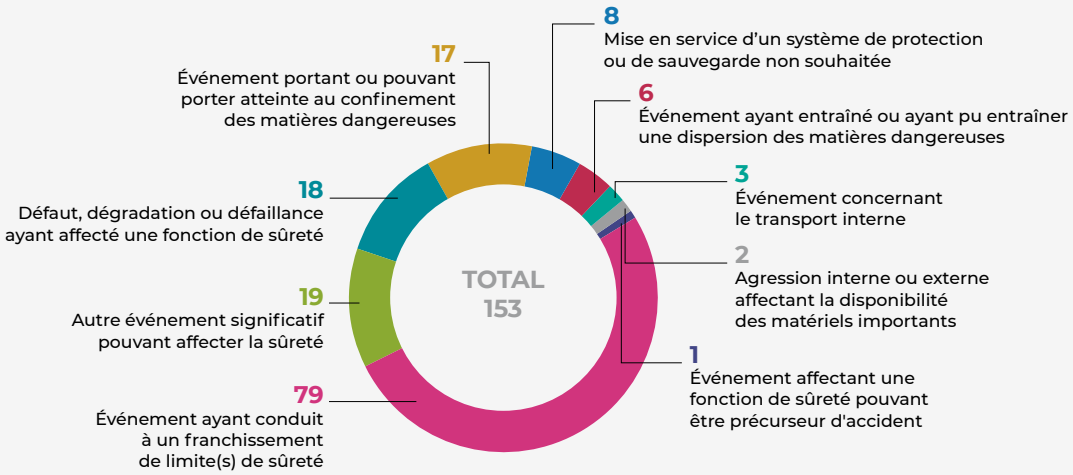
Qu'est-ce qu'un événement significatif ?

La détection, par les responsables des activités où sont utilisés des rayonnements ionisants, des événements (écarts, anomalies, incidents, etc.) et la mise en œuvre des mesures correctives décidées après analyse jouent un rôle fondamental en matière de prévention des accidents. Par exemple, les exploitants nucléaires détectent et analysent plusieurs centaines d'anomalies chaque année pour chaque réacteur d'EDF.

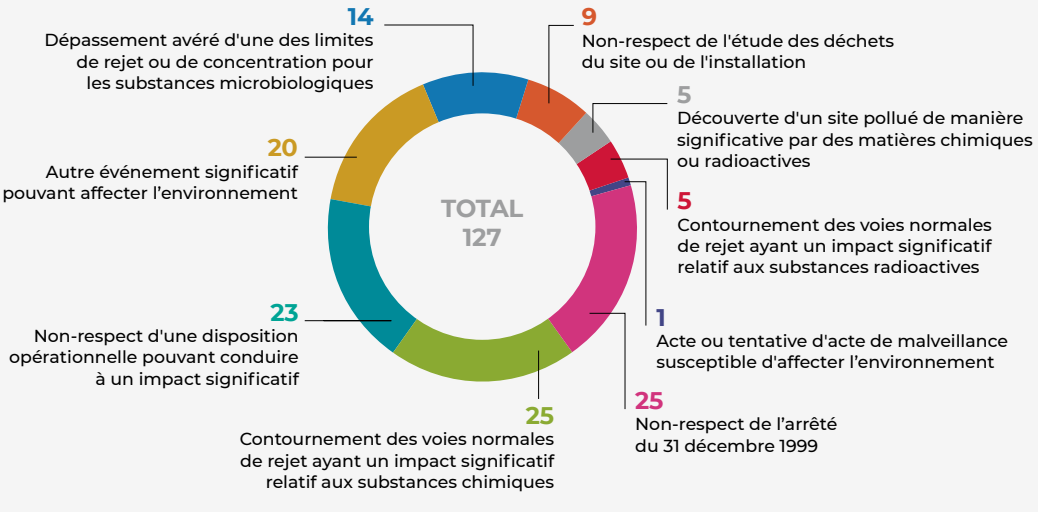
GRAPHIQUE 1 **Événements impliquant la sûreté dans les centrales nucléaires déclarés en 2021**



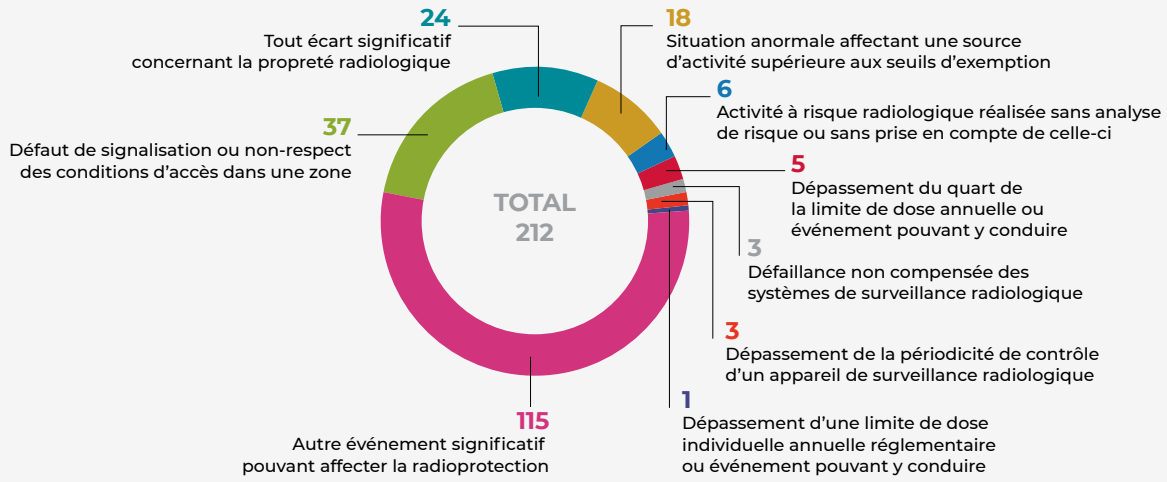
GRAPHIQUE 2 **Événements impliquant la sûreté dans les INB autres que les centrales nucléaires déclarés en 2021**



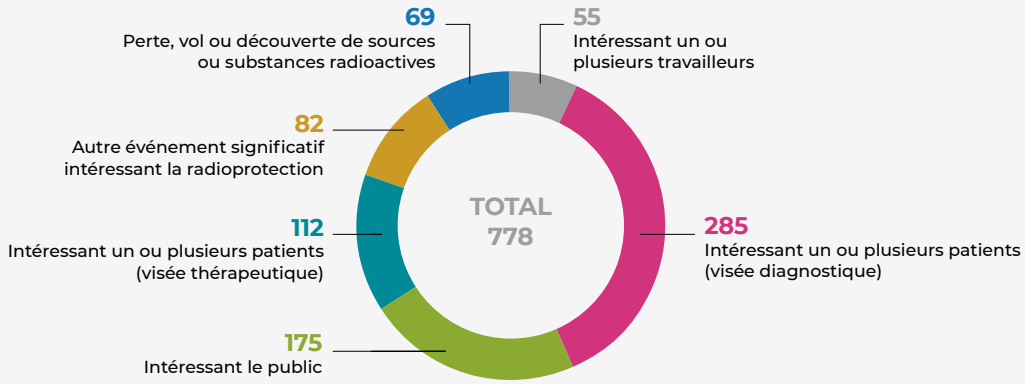
GRAPHIQUE 3 **Événements significatifs relatifs à l'environnement dans les INB déclarés en 2021**



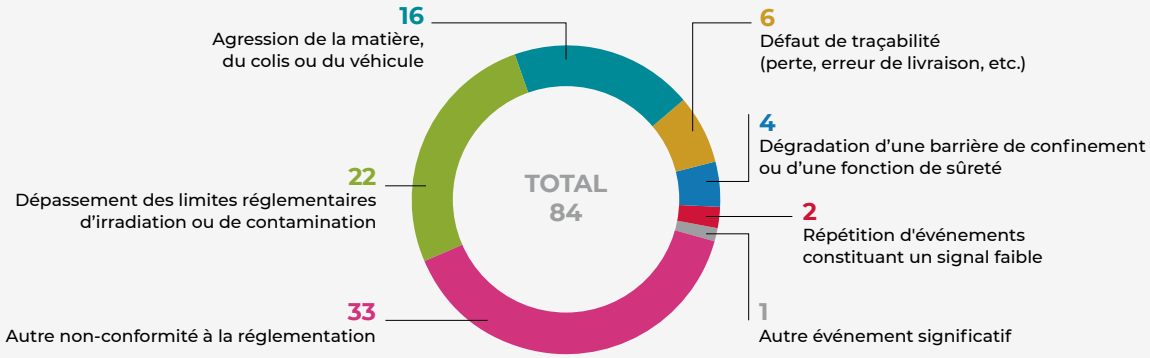
GRAPHIQUE 4 **Événements impliquant la radioprotection dans les INB déclarés en 2021**



GRAPHIQUE 5 **Événements impliquant la radioprotection (hors INB et TSR) déclarés en 2021**



GRAPHIQUE 6 **Événements impliquant le transport de substances radioactives déclarés en 2021**



La hiérarchisation des anomalies doit permettre un traitement prioritaire des plus importantes d'entre elles. La réglementation a défini une catégorie d'anomalies appelée « événement significatif ». Ces événements sont suffisamment importants en matière de sûreté, d'environnement ou de radioprotection pour justifier que l'ASN en soit rapidement informée et qu'elle reçoive ultérieurement une analyse plus complète. Les événements significatifs doivent obligatoirement lui être déclarés, ainsi que le prévoient l'arrêté du 7 février 2012 (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au TSR (par exemple, l'accord européen pour le transport de marchandises dangereuses par la route).

Les critères de déclaration aux pouvoirs publics des événements jugés significatifs tiennent compte :
- des conséquences réelles ou potentielles sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, des événements pouvant survenir en matière de sûreté ou de radioprotection ;
- des principales causes techniques, humaines ou organisationnelles ayant entraîné la survenue d'un tel événement.

Ce processus de déclaration s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et de la radioprotection. Il nécessite la participation active de tous les acteurs (utilisateurs de rayonnements ionisants, transporteurs, etc.) à la détection et à l'analyse des écarts.

Il permet aux autorités :
- de s'assurer que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et éviter son renouvellement ;
- de faire bénéficier d'autres responsables d'activités similaires du REX de l'événement.

Ce système n'a pas pour objet l'identification ou la sanction d'une personne ou d'un intervenant.

Par ailleurs, le nombre et le classement sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale* – INES) des événements significatifs survenus dans une installation nucléaire ne sont pas, à eux seuls, des indicateurs du niveau de sûreté de l'installation. En effet, d'une part, la classification sur un niveau donné est réductrice et ne suffit pas à rendre compte de la complexité d'un événement ; d'autre part, le nombre d'événements recensés dépend du taux de déclaration. L'évolution du nombre d'événements ne reflète donc pas non plus l'évolution du niveau de sûreté.

3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

La déclaration d'un événement

L'exploitant d'une INB ou la personne responsable d'un TSR est tenu de déclarer dans les meilleurs délais à l'ASN et, le cas échéant, à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

De même, le responsable d'une activité nucléaire doit déclarer tout événement pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants et susceptible de porter une atteinte significative aux intérêts protégés.

Selon les dispositions du code du travail, l'employeur est tenu de déclarer les événements significatifs affectant ses travailleurs. Lorsque le chef d'une entreprise exerçant une activité nucléaire fait intervenir une entreprise extérieure ou un travailleur non salarié, les événements significatifs concernant les travailleurs salariés ou non salariés sont déclarés conformément aux plans de prévention et aux accords conclus en application des dispositions de l'article R. 4451-35 du code du travail.

Le déclarant apprécie l'urgence de la déclaration au regard de la gravité avérée ou potentielle de l'événement et de la rapidité de réaction nécessaire pour éviter une aggravation de la situation ou limiter les conséquences de l'événement. Le délai de déclaration de deux jours ouvrés, mentionné dans les guides de déclaration de l'ASN, n'a pas lieu d'être lorsque les conséquences de l'événement nécessitent une intervention des pouvoirs publics.

Lorsqu'un même événement concerne potentiellement plusieurs installations, il est qualifié de « générique ». L'exemple le plus courant est un défaut lié à un matériel installé sur plusieurs réacteurs nucléaires (voir chapitre 10). Dans ce cas, l'ASN analyse l'événement comme un événement unique, le traitement étant principalement commun aux installations affectées. Ce processus suit les recommandations de l'AIEA, qui précisent qu'une déclaration unique peut être appropriée en cas d'événement affectant la défense en profondeur et touchant plusieurs installations similaires.

TABLEAU 6 **Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2016 et 2021**

		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Installations nucléaires de base	Niveau 0	847	949	989	1057	1033	1068
	Niveau 1	101	87	103	111	107 (*)	103
	Niveau 2	0	4	0	4	2	1
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	**948**	**1040**	**1092**	**1172**	**1142**	**1172**
Nucléaire de proximité (médical et industriel)	Niveau 0	111	144	143	142	135	176
	Niveau 1	30	36	22	35	24 (*)	34
	Niveau 2	0	3	0	2	1 (*)	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	**141**	**183**	**165**	**179**	**160**	**210**
Transport de substances radioactives	Niveau 0	59	64	88	85	71	80
	Niveau 1	5	2	3	4	4	4
	Niveau 2	0	0	0	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	**64**	**66**	**91**	**89**	**75**	**84**
	Total général	**1153**	**1289**	**1348**	**1440**	**1377**	**1466**

(*) Pour l'année 2020 seules les données relatives aux événements significatifs classés niveau 1 et plus sur l'échelle INES ont été mises à jour (à la suite des reclassements effectués en 2021).

EXPLOITER LE RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'INCENDIE DE LUBRIZOL

À la suite de l'incendie survenu le 26 septembre 2019 dans les établissements de Lubrizol et de Normandie Logistique à Rouen, l'ASN a engagé plusieurs actions auprès des INB afin de tirer le REX de cet accident et d'engager si nécessaire le renforcement des dispositions de prévention et de maîtrise des risques non radiologiques dans les INB.

L'ASN a notamment adressé un courrier à l'ensemble des exploitants en octobre 2019, leur demandant de se réinterroger sur la suffisance et l'efficience des différentes barrières mises en place au sein de leurs installations pour maîtriser les risques liés aux entreposages de substances dangereuses, ainsi que sur la bonne connaissance de la nature et des quantités de substances dangereuses présentes. Après avoir analysé les réponses apportées par les exploitants à ce courrier décrivant les dispositions prévues sur leurs sites, l'ASN a renforcé ses inspections sur le thème des risques non radiologiques en 2020 et 2021. Celles-ci ont mis en évidence la nécessité, pour les exploitants d'INB, d'améliorer leur organisation afin de mieux garantir la qualité, la complétude et la robustesse du volet de la démonstration de sûreté relatif aux risques non radiologiques, ainsi que sa traduction opérationnelle. Un effort d'amélioration des inventaires des substances dangereuses présentes dans l'installation et de l'état des stocks en temps réel est également attendu.

L'ASN poursuivra ses contrôles sur ce sujet, notamment au travers d'exercices de mise en situation dans les installations.

En parallèle, l'ASN poursuit ses travaux en vue de renforcer les exigences réglementaires applicables aux INB. Dans ce cadre, l'ASN étudie l'opportunité de reprendre ou d'adapter aux INB les nouvelles dispositions réglementaires rendues applicables aux ICPE à la suite de l'incendie du 26 septembre 2019.

Enfin, en matière de gestion post-accidentelle, l'ASN a veillé à ce que le REX effectué par les différents ministères sur ce sujet alimente les réflexions du Comité directeur sur la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire (Codirpa). Dans ce cadre, la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) du ministère de la Transition écologique a présenté et partagé le REX de cet événement. Les recommandations de la mission sur « la transparence, l'information et la participation de tous à la gestion des risques majeurs, technologiques ou naturels », commandée par la ministre de la Transition écologique à la suite de l'incendie de Lubrizol, ont également été présentées au sein de ce comité afin d'alimenter les réflexions qui seront faites par le Codirpa pour renforcer la culture de la sécurité et de la radioprotection autour des installations nucléaires.

L'exploitation de la déclaration par l'ASN

L'ASN analyse la déclaration initiale pour vérifier la mise en œuvre des dispositions correctives immédiates, décider de la réalisation d'une inspection sur le site afin d'analyser l'événement de manière approfondie et préparer, s'il y a lieu, l'information du public.

La déclaration est complétée dans les deux mois par un rapport faisant part des conclusions que l'exploitant tire de l'analyse de l'événement et des mesures qu'il prend pour améliorer la sûreté ou la radioprotection et éviter le renouvellement de l'événement. Ces informations sont prises en compte par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, pour l'élaboration du programme d'inspection et lors des réexamens périodiques de la sûreté des INB.

L'ASN s'assure que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement, a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et en éviter le renouvellement et a diffusé le REX.

L'examen de l'ASN porte sur le respect des règles en vigueur en matière de détection et de déclaration des événements significatifs, les dispositions immédiates techniques, organisationnelles ou humaines prises par l'exploitant pour maintenir ou amener l'installation dans un état sûr ainsi que sur la pertinence de l'analyse fournie.

L'ASN et l'IRSN effectuent aussi un examen plus global du REX des événements. Les comptes-rendus d'événements significatifs et les bilans périodiques transmis par les exploitants, ainsi que l'évaluation qui en est faite par l'ASN et l'IRSN constituent une base du REX. L'examen du REX peut conduire à des demandes de l'ASN d'amélioration de l'état des installations et de l'organisation adoptée par l'exploitant, mais également à des évolutions de la réglementation.

Le REX comprend les événements qui se produisent en France et à l'étranger, dans les installations nucléaires ou présentant des risques non radiologiques, si leur prise en compte est pertinente pour renforcer la sûreté ou la radioprotection.

3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

L'ASN a le pouvoir de diligenter une enquête technique en cas d'incident ou d'accident dans une activité nucléaire. Cette enquête consiste à collecter et analyser les informations utiles, sans préjudice de l'enquête judiciaire éventuelle, afin de déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'événement et, si nécessaire, d'établir les recommandations nécessaires. Les articles L. 592-35 et suivants du code de l'environnement donnent à l'ASN le pouvoir de constituer la mission d'enquête, d'en déterminer la composition (agents ASN et personnes extérieures), de définir l'objet et l'étendue des investigations et d'accéder aux éléments nécessaires en cas d'enquête judiciaire.

Le décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007 relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire précise la procédure à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur les pratiques établies par les autres bureaux d'enquêtes et tient compte des spécificités de l'ASN, notamment son indépendance, ses missions propres, sa capacité à imposer des prescriptions ou à prendre des sanctions.

3.3.4 Le bilan statistique des événements

En 2021, 2 116 événements significatifs ont été déclarés à l'ASN :

- 1 254 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'environnement et le transport interne de matières dangereuses dans les INB dont 1 172 sont classés sur l'échelle INES (1 068 événements de niveau 0, 103 événements de niveau 1 et 1 événement de niveau 2). Parmi ces événements, 31 événements significatifs ont été classés comme des « événements génériques », c'est-à-dire qu'ils concernent plusieurs réacteurs, dont 2 au niveau 1 de l'échelle INES ;
- 84 événements significatifs concernant le TSR sur la voie publique, dont 4 événements de niveau 1 sur l'échelle INES ;
- 778 événements significatifs concernant la radioprotection pour le nucléaire de proximité, dont 210 classés sur l'échelle INES (34 événements de niveau 1).

En 2021, un événement a été classé au niveau 2 sur l'échelle INES : il concerne la contamination externe d'un intervenant à la centrale nucléaire de Cruas-Meysse. Il est détaillé au chapitre 10.

En 2021, un événement significatif déclaré en 2020 et initialement classé au niveau 1 de l'échelle INES a provisoirement été reclassé au niveau 2. Cet événement concerne la découverte d'une contamination radioactive résiduelle dans un bâtiment de l'hôpital civil de Strasbourg.

Comme indiqué précédemment, ces données doivent être utilisées avec précaution : elles ne constituent pas à elles seules un indicateur de sûreté. L'ASN encourage les exploitants à la déclaration des incidents, ce qui contribue à la transparence et au partage d'expérience.

La répartition des événements significatifs classés sur l'échelle INES est précisée dans le tableau 6. L'échelle INES n'étant pas applicable aux événements significatifs intéressant les patients, le classement sur l'échelle ASN-SFRO[2] des événements significatifs intéressant un ou plusieurs patients en radiothérapie est précisé au chapitre 7.

De même, les événements significatifs relatifs à l'environnement, mais impliquant des substances non radiologiques, ne sont pas couverts par l'échelle INES.

Ces événements sont caractérisés comme étant hors échelle INES.

Les graphiques 1 à 6 détaillent les événements significatifs déclarés à l'ASN en 2021 en les distinguant selon les critères de déclaration pour chaque domaine d'activité.

3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations

L'action de contrôle est complétée par des actions de sensibilisation qui visent à faire connaître la réglementation et à la décliner dans des termes pratiques adaptés aux différentes professions. L'ASN souhaite encourager et accompagner les initiatives des organisations professionnelles qui entreprennent cette démarche par l'établissement de guides de bonnes pratiques et d'informations professionnelles.

L'ASN édite des fiches « Éviter l'accident » ayant pour objectif de partager ses analyses du REX.

La sensibilisation passe également par des actions concertées avec d'autres administrations et organismes qui contrôlent les mêmes installations, mais avec des prérogatives distinctes. On peut citer l'inspection du travail, l'inspection des dispositifs médicaux par l'ANSM, l'inspection des activités médicales confiée aux corps techniques du ministère chargé de la santé, ou le contrôle général des armées qui exerce le contrôle des activités relevant du nucléaire de proximité au ministère des Armées.

3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

Attentive à la coordination des services de l'État, l'ASN informe les autres services de l'administration intéressés par son programme de contrôle, des suites de ses contrôles, des sanctions prises à l'encontre des exploitants et des événements significatifs.

Pour assurer la transparence du contrôle qu'elle exerce, l'ASN informe le public par la mise en ligne sur *asn.fr* :

- de ses décisions ;
- des lettres de suite d'inspection pour toutes les activités qu'elle contrôle ;
- des agréments et habilitations qu'elle délivre ou refuse ;
- des avis d'incidents ;
- du bilan des arrêts de réacteur ;
- de ses publications thématiques.

4 // Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires

4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

L'arrêté INB du 7 février 2012 et la décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée fixent les prescriptions générales applicables à toute INB encadrant leurs prélèvements d'eau et leurs rejets. En complément de ces dispositions, l'ASN a défini, dans sa décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017, les modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement applicables spécifiquement aux REP. Cette décision a été homologuée par le ministre de la Transition écologique par arrêté du 14 juin 2017.

Outre les dispositions générales précitées, des décisions de l'ASN fixent, pour chaque installation, les prescriptions particulières qui lui sont applicables, notamment les limites de prélèvement d'eau et de rejet.

La surveillance des rejets des INB

La surveillance des rejets d'une installation relève en premier lieu de la responsabilité de l'exploitant. Les prescriptions de l'ASN encadrant les rejets prévoient les contrôles minimaux que l'exploitant doit mettre en œuvre. Cette surveillance s'exerce sur les effluents liquides ou gazeux (suivi de l'activité des rejets, caractérisation de certains effluents avant rejet, etc.) et sur l'environnement à proximité de l'installation (contrôles au cours du rejet, prélèvements d'air, d'eau, de lait, d'herbe, etc.). Les résultats de cette surveillance sont consignés dans des registres transmis chaque mois à l'ASN.

Par ailleurs, les exploitants d'INB transmettent régulièrement à un laboratoire indépendant, pour analyse contradictoire, un certain nombre de prélèvements réalisés sur les rejets. Les résultats de ces contrôles, dits « contrôles croisés », sont communiqués à l'ASN. Ce programme de contrôles croisés, défini par l'ASN, permet de s'assurer du maintien dans le temps de la justesse des mesures réalisées par les laboratoires des exploitants.

Les inspections menées par l'ASN

L'ASN s'assure, grâce à des inspections dédiées, que les exploitants respectent bien les dispositions réglementaires qui leur incombent en matière de maîtrise des rejets et d'impact environnemental et sanitaire de leurs installations. Chaque année, elle

2. Cette échelle permet une communication vers le public, en des termes accessibles et explicites, sur les événements de radioprotection conduisant à des effets inattendus ou imprévisibles affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie.

réalise environ 90 inspections de ce type, qui se répartissent en trois thèmes :
- prévention des pollutions et maîtrise des nuisances ;
- prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement ;
- gestion des déchets.

Chacun de ces thèmes couvre à la fois les domaines radiologique et non radiologique.

L'ASN réalise également, chaque année, 10 à 20 inspections avec prélèvements et mesures, généralement inopinées, conduites avec l'appui de laboratoires spécialisés et indépendants mandatés par l'ASN. Des prélèvements d'échantillons dans les effluents et dans l'environnement sont réalisés en vue d'analyses radiologiques et chimiques. Enfin, l'ASN réalise chaque année plusieurs inspections renforcées qui visent à contrôler l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la protection de l'environnement ; le champ de l'inspection est alors élargi à l'ensemble des thèmes précités. Dans ce cadre, des mises en situation telles que des exercices visant à tester l'organisation relative à la gestion d'une pollution peuvent notamment être effectuées (voir chapitre 10).

Plan micropolluants 2016-2021

Le plan micropolluants[3] 2016-2021 pour préserver la qualité des eaux et la biodiversité vise à protéger les eaux de surface, les eaux souterraines, le biote, les sédiments et les eaux destinées à la consommation humaine vis-à-vis de toutes les molécules susceptibles de polluer les ressources en eau. Ce plan répond aux objectifs de bon état des eaux fixés par la directive-cadre sur l'eau et participe à ceux de la directive-cadre stratégie pour le milieu marin en limitant l'apport de polluants *via* les cours d'eau au milieu marin.

Pour les centrales nucléaires, les campagnes de recherche des substances dangereuses dans l'eau avaient conclu à la nécessité de suivre particulièrement les rejets en cuivre et en zinc. Dans le cadre du plan micropolluants, l'action de l'ASN engagée depuis 2017 comprend trois volets :
- le suivi de la mise en œuvre effective du plan d'action proposé par EDF pour réduire les rejets de cuivre et de zinc (remplacement progressif des tubes de condenseur en laiton par des tubes en inox ou en titane) ;
- le suivi de l'évolution des rejets de ces substances ;
- la révision, si nécessaire, des prescriptions individuelles fixant les valeurs limites d'émission de ces substances pour les centrales nucléaires.

Pour permettre, entre autres, la révision des valeurs limites d'émissions en cuivre et en zinc, l'ASN instruit des demandes de modification des prescriptions relatives aux rejets et prélèvements d'eau des centrales nucléaires de Dampierre-en-Burly et de Belleville-sur-Loire sollicitées par EDF. Dans ce cadre, le dossier de demande d'autorisation de modification déposé par l'exploitant de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire a fait l'objet d'un avis de l'Autorité environnementale le 23 juin 2021, et d'une enquête publique du 13 décembre 2021 au 28 janvier 2022.

Le dossier de demande d'autorisation de modification déposé par l'exploitant de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly a fait l'objet de nombreux échanges entre l'exploitant et l'ASN en 2021, afin d'aboutir à des projets de décision qui seront soumis à la consultation du public dans le courant de l'année 2022.

La comptabilisation des rejets des INB

Les règles de comptabilisation des rejets, tant radioactifs que chimiques, sont fixées dans la réglementation générale par la décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB. Ces règles ont été fixées de façon à garantir que les valeurs de rejet comptabilisées par les exploitants, prises notamment en compte dans les calculs d'impact, ne seront en aucun cas sous-estimées.

Pour les rejets de substances radioactives, la comptabilisation ne repose pas sur des mesures globales, mais sur une analyse par radionucléide, en introduisant la notion de « spectre de référence », listant les radionucléides spécifiques au type de rejet considéré.

Les principes sous-tendant les règles de comptabilisation sont les suivants :
- les radionucléides dont l'activité mesurée est supérieure au seuil de décision de la technique de mesure sont tous comptabilisés ;
- les radionucléides du « spectre de référence » dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision (voir encadré en page 163) sont comptabilisés au niveau du seuil de décision.

Pour les rejets de substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription de l'ASN, lorsque les valeurs de concentration mesurées sont inférieures à la limite de quantification, l'exploitant est tenu de déclarer par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.

Le suivi des rejets dans le domaine médical

En application de la décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008, des mesures de la radioactivité sont réalisées sur les effluents issus des établissements producteurs. Dans les centres hospitaliers hébergeant un service de médecine nucléaire, ces mesures portent principalement sur l'iode-131 et le technétium-99m. Compte tenu des difficultés rencontrées pour mettre en place les autorisations de déversement de radionucléides dans les réseaux publics d'assainissement prévues par le code de la santé publique, l'ASN a créé un groupe de travail associant administrations, « producteurs » (médecins nucléaires, chercheurs) et professionnels de l'assainissement. Le rapport de ce groupe de travail formulant des recommandations pour améliorer l'efficience de la réglementation a été présenté en octobre 2016 au Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRADE), pour les applications industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, et en environnement. L'ASN a consulté les parties prenantes en 2017 sur ce sujet. Le rapport du groupe de travail et une lettre-circulaire destinée aux professionnels concernés et constituant la doctrine applicable sur le sujet ont été publiés sur le site Internet de l'ASN le 14 juin 2019.

Depuis 2019, l'outil CIDRRE (Calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux), développé par l'IRSN, permet aux exploitants d'évaluer l'impact de leurs rejets. Il est en ligne sur Internet. De plus, des travaux complémentaires ont été engagés concernant l'utilisation de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques et leur impact environnemental, ainsi que sur la définition de niveaux-guides permettant aux gestionnaires des réseaux d'assainissement d'encadrer les rejets dans les réseaux d'assainissement.

Dans le domaine du nucléaire de proximité industriel, peu d'établissements rejettent des effluents en dehors des cyclotrons (voir chapitre 8). Les rejets et leur surveillance font l'objet de prescriptions dans les autorisations délivrées et d'une attention particulière lors des inspections.

3. Un micropolluant peut être défini comme une substance indésirable détectable dans l'environnement à très faible concentration. Sa présence est, au moins en partie, due à l'activité humaine (procédés industriels, pratiques agricoles ou activités quotidiennes) et peut, à ces très faibles concentrations, engendrer des effets négatifs sur les organismes vivants en raison de sa toxicité, de sa persistance et de sa bioaccumulation.

4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires

L'impact radiologique des effluents produits par les activités médicales

L'impact radiologique des effluents ou déchets produits par les services de médecine nucléaire a fait l'objet d'évaluations récentes qui concluent à un faible impact dosimétrique de ces rejets pour les personnes extérieures à l'établissement de santé.

L'impact radiologique des INB

En application du principe d'optimisation, l'exploitant doit réduire l'impact radiologique de son installation à des valeurs aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

L'exploitant est tenu d'évaluer l'impact dosimétrique induit par son activité. Cette obligation découle, selon les cas, de l'article L. 1333-8 du code la santé publique ou de la réglementation relative aux rejets des INB (article 5.3.2 de la décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB). Le résultat est à apprécier en considérant la limite annuelle de dose admissible pour le public (1 millisievert par an – mSv/an) définie à l'article R. 1333-11 du code de la santé publique, qui correspond à la somme des doses efficaces reçues par le public du fait des activités nucléaires.

En pratique, seules des traces de radioactivité artificielle sont détectables au voisinage des installations nucléaires ; en surveillance de routine, les mesures effectuées sont dans la plupart des cas inférieures aux seuils de décision ou reflètent la radioactivité naturelle. Ces mesures ne pouvant servir à l'estimation des doses, il est nécessaire de recourir à des modélisations du transfert de la radioactivité à l'homme sur la base des mesures des rejets de l'installation. Ces modèles sont propres à chaque exploitant et sont détaillés dans l'étude d'impact de l'installation. Lors de son analyse, l'ASN s'attache à vérifier le caractère conservatif de ces modèles afin de s'assurer que les évaluations d'impact ne sont pas sous-estimées.

En complément des estimations d'impact réalisées à partir des rejets des installations, des programmes de surveillance de la radioactivité présente dans l'environnement (milieux aquatiques, air, terre, lait, herbe, productions agricoles, etc.) sont imposés aux exploitants, notamment pour vérifier le respect des hypothèses retenues dans l'étude d'impact et suivre l'évolution du niveau de la radioactivité dans les différents compartiments de l'environnement autour des installations (voir point 4.1.1).

L'estimation des doses dues aux INB pour une année donnée est effectuée à partir des rejets réels de chaque installation, comptabilisés pour l'année considérée. Cette évaluation prend en compte les rejets par les émissaires identifiés (cheminée, conduite de rejet vers le milieu fluvial ou marin), les émissions diffuses non canalisées vers des émissaires (par exemple, évent de réservoir) et les sources d'exposition radiologique aux rayonnements ionisants présentes dans l'installation.

L'estimation est effectuée par rapport à un ou plusieurs groupes de référence identifiés. Il s'agit de groupes homogènes de personnes (adulte, enfant, nourrisson) recevant la dose moyenne la plus élevée parmi l'ensemble de la population exposée à une installation donnée selon des scénarios réalistes (tenant compte de la distance au site, des données météorologiques, etc.). L'ensemble de ces paramètres, qui sont spécifiques à chaque site, explique la plus grande partie des différences observées d'un site à l'autre et d'une année sur l'autre.

Le tableau intitulé « Impact radiologique des INB depuis 2015 » du chapitre 1 présente l'évaluation des doses dues aux INB, calculée par les exploitants pour les groupes de référence les plus exposés.

Pour chacun des sites nucléaires présentés, l'impact radiologique reste très inférieur ou, au plus, de l'ordre du pourcent de la limite pour le public, cette limite étant de 1 mSv/an. Ainsi, en France, les rejets produits par l'industrie nucléaire ont un impact radiologique très faible.

4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

L'article 35 du traité Euratom impose aux États membres de mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants. Tout État membre, qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit donc mettre en place un dispositif de surveillance de l'environnement sur l'ensemble de son territoire.

L'article 35 dispose également que la Commission européenne peut accéder aux installations de contrôle pour en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. Lors de ses vérifications, elle fournit un avis sur les moyens de suivi mis en place par les États membres pour les rejets radioactifs dans l'environnement, ainsi que pour les niveaux de radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires et sur le territoire national. Elle donne notamment son appréciation sur les équipements et méthodologies utilisés pour cette surveillance, ainsi que sur l'organisation mise en place.

Depuis 1994, la Commission européenne a effectué les visites de vérification suivantes :

- l'usine de retraitement de La Hague et le centre de stockage de la Manche de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs en 1996 ;
- la centrale nucléaire de Chooz en 1999 ;
- la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire en 1994 et 2003 ;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2005 ;
- le site nucléaire de Pierrelatte en 2008 ;
- les anciennes mines d'uranium du Limousin en 2010 ;
- le site CEA de Cadarache en 2011 ;
- les installations de surveillance de la radioactivité de l'environnement en région parisienne en 2016 ;
- l'usine de retraitement de La Hague en 2018.

Du 14 au 16 décembre 2021, l'ASN a participé à la visite de vérification effectuée par la Commission européenne portant sur le dispositif de surveillance de la radioactivité de l'environnement autour des installations exploitées par Orano à Malvesi dans l'Aude. Les conclusions de cette visite feront l'objet, courant 2022, d'un rapport à paraître sur le site Internet de la Commission européenne.

4.2 La surveillance de l'environnement

4.2.1 Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement

En France, de nombreux acteurs participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement :

- les exploitants d'installations nucléaires qui réalisent une surveillance autour de leurs sites ;
- l'ASN, l'IRSN (dont les missions définies par le décret n° 2016-283 du 10 mars 2016 comprennent la participation à la surveillance radiologique de l'environnement), les ministères (Direction générale de la santé, Direction générale de l'alimentation, Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, etc.), les services de l'État et autres acteurs publics réalisant des missions de surveillance

POUR PARLER MESURE

- **Le seuil de décision** (SD) est la valeur au-dessus de laquelle on peut conclure avec un degré de confiance élevé qu'un radionucléide est présent dans l'échantillon.
- **La limite de détection** (LD) est la valeur à partir de laquelle la technique de mesure permet de quantifier un radionucléide avec une incertitude raisonnable (l'incertitude est d'environ 50 % au niveau de la LD).

De façon simplifiée, LD ≈ 2 x SD.

Pour les résultats de mesure sur des substances chimiques, la limite de quantification est équivalente à la limite de détection utilisée pour la mesure de radioactivité.

Spectres de référence

Pour les centrales nucléaires, les spectres de référence des rejets comprennent les radionucléides suivants :

- **rejets liquides :** tritium, carbone-14, iode-131, autres produits de fission et d'activation (manganèse-54, cobalt-58, cobalt-60, nickel-63, argent-110m, tellure-123m, antimoine-124, antimoine-125, césium-134, césium-137) ;
- **rejets gazeux :** tritium, carbone-14, iodes (iode-131, iode-133), autres produits de fission et d'activation (cobalt-58, cobalt-60, césium-134, césium-137), gaz rares : xénon-133 (rejets permanents des réseaux de ventilation, vidange de réservoirs de stockage des effluents « RS » et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-135 (rejets permanents des réseaux de ventilation et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-131m (vidange de réservoirs RS), krypton-85 (vidange de réservoirs RS), argon-41 (lors de la décompression des bâtiments réacteurs).

du territoire national ou de secteurs particuliers (denrées alimentaires contrôlées par le ministère chargé de l'agriculture, par exemple) ;
- les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (collectivités locales), les associations de protection de l'environnement et les commissions locales d'information (CLI).

Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM) fédère l'ensemble de ces acteurs. Il a pour principal objectif de réunir et de mettre à disposition du public sur un site Internet spécifique (*mesure-radioactivite.fr*) l'intégralité des mesures environnementales effectuées dans un cadre réglementaire sur le territoire national. La qualité de ces mesures est assurée par une procédure d'agrément des laboratoires (voir point 4.3).

Les orientations du RNM sont décidées au sein du comité de pilotage du réseau, qui regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, ARS, représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de CLI, IRSN, ASN, etc.

4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

Les exploitants sont responsables de la surveillance de l'environnement autour de leurs installations. Le contenu des programmes de surveillance à mettre en œuvre à ce titre (mesures à réaliser et périodicité) est défini dans la décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 modifiée ainsi que dans les prescriptions individuelles applicables à chaque installation (décret d'autorisation de création, arrêtés d'autorisation de rejets ou décisions de l'ASN), indépendamment des dispositions complémentaires que peuvent prendre les exploitants pour leur propre suivi.

Cette surveillance de l'environnement permet :

- de contribuer à la connaissance de l'état radiologique et radioécologique de l'environnement de l'installation par la réalisation de mesures relatives aux paramètres et substances réglementés dans les prescriptions, dans les différents compartiments de l'environnement (air, eau, sol), ainsi que dans les biotopes et la chaîne alimentaire (lait, végétaux, etc.) : un état initial, servant de référence, est réalisé avant la création de l'installation ; la surveillance de l'environnement tout au long de la vie de l'installation permet d'en suivre l'évolution ;
- de contribuer à vérifier que l'impact de l'installation sur la santé et l'environnement est conforme à l'étude d'impact ;
- de détecter le plus précocement possible une élévation anormale de la radioactivité ;
- de s'assurer de l'absence de dysfonctionnement de l'installation, notamment par le contrôle des nappes d'eaux souterraines et du respect de la réglementation par les exploitants ;
- de contribuer à la transparence et à l'information du public par la transmission des données de surveillance au RNM.

4.2.3 Le contenu de la surveillance

Tous les sites nucléaires qui émettent des rejets en France font l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. Ce suivi est proportionné aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour l'environnement tels qu'ils sont décrits dans le dossier d'autorisation et notamment l'étude d'impact.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine, d'une installation de recherche, d'un centre de stockage de déchets, etc. Le contenu minimal de cette surveillance est défini par l'arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles générales relatives aux INB et par la décision du 16 juillet 2013 modifiée précitée. Cette décision impose aux exploitants d'INB de faire effectuer les mesures réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement par des laboratoires agréés.

En fonction des spécificités locales, la surveillance peut varier d'un site à l'autre. Le tableau 7 présente des exemples de surveillance effectuée par l'exploitant d'une centrale électronucléaire et d'un centre de recherche (ou usine).

Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations, comme cela est par exemple le cas sur les sites de Cadarache et du Tricastin depuis 2006.

Ces principes de surveillance sont complétés dans les prescriptions individuelles des installations par des dispositions de surveillance spécifiques aux risques présentés par les procédés industriels qu'elles utilisent.

Chaque année, outre la transmission réglementaire des résultats de la surveillance à l'ASN, les exploitants transmettent près de 120 000 mesures au RNM.

4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

La surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN sur l'ensemble du territoire national est réalisée au moyen de réseaux de mesure et de prélèvement consacrés à :

- la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante) ;

- la surveillance des eaux de surface (cours d'eau) et des eaux souterraines (nappes phréatiques) ;
- la surveillance de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, poissons, etc.) ;
- la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation industrielle).

Cette surveillance repose sur :
- la surveillance en continu *in situ* par des systèmes autonomes (réseaux de télésurveillance) permettant la transmission en temps réel des résultats parmi lesquels on trouve :
  - le réseau Téléray (radioactivité gamma ambiante de l'air) qui s'appuie sur des balises de mesure en continu et sur l'ensemble du territoire. Ce réseau est en cours de densification autour des sites nucléaires dans la zone de 10 à 30 km autour des INB,
  - le réseau Hydrotéléray (surveillance des principaux cours d'eau, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national) ;
- des réseaux de prélèvement en continu avec mesures en laboratoire, comme le réseau de mesure de la radioactivité des aérosols atmosphériques ;
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides.

L'IRSN réalise chaque année plus de 25 000 prélèvements dans l'environnement, tous compartiments confondus (hors réseaux de télémesures).

Les niveaux de radioactivité mesurés en France sont stables et se situent à des niveaux très faibles, généralement à la limite de la sensibilité des instruments de mesure. La radioactivité artificielle détectée dans l'environnement résulte essentiellement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 1960 et de l'accident de Tchernobyl (Ukraine). Des traces de radioactivité artificielle liées aux rejets peuvent parfois être détectées à proximité des installations. À cela peuvent s'ajouter très localement des contaminations sans enjeu sanitaire issues d'incidents ou d'activités industrielles passées.

À partir des résultats de la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire publiés dans le RNM et conformément aux dispositions de la décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée, l'IRSN publie régulièrement un *bilan de l'état radiologique de l'environnement français*. La troisième édition de ce bilan avait été publiée à la fin de l'année 2018 et correspondait à la période 2015-2017. La quatrième édition de ce bilan, relative à la période 2018-2020, a été publiée en décembre 2021. Parmi les nouveautés de ce dernier bilan, on note l'ajout d'un chapitre dédié aux installations classées pour la protection de l'environnement. En complément, l'IRSN établit également des constats radiologiques régionaux fournissant une information plus précise sur un territoire donné.

Enfin, l'IRSN a réalisé entre novembre 2020 et avril 2021 une campagne de mesure de tritium dans la Loire. Cette campagne, dont les résultats ont été publiés au début de l'année 2022, n'a pas permis de déterminer l'origine de la valeur atypique de 310 becquerels par litre (Bq/L) observée à Saumur en janvier 2019 mais a mis en évidence des hétérogénéités importantes dans les concentrations mesurées en différents points en aval des rejets. En effet, suivant les conditions hydrauliques, les rejets du site peuvent mettre du temps à se répartir de façon homogène sur la largeur du fleuve. Ces observations vont conduire l'ASN à réinterroger les modalités de surveillance des rejets en aval des centrales, et notamment le positionnement des stations implantées à l'aval des installations pour la surveillance de l'environnement.

4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures

Les articles R. 1333-25 et R. 1333-26 du code de la santé publique prévoient la création d'un RNM et d'une procédure d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité par l'ASN. Les modalités de fonctionnement du RNM sont définies par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

La mise en place de ce réseau répond à deux objectifs majeurs :
- poursuivre une politique d'assurance de la qualité des mesures de la radioactivité de l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires, délivré par décision de l'ASN ;
- assurer la transparence en mettant à disposition du public les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations sur l'impact radiologique du nucléaire en France sur le site Internet du RNM (voir point 4.2.1).

Les agréments couvrent toutes les matrices environnementales pour lesquelles une surveillance réglementaire est imposée aux exploitants : eaux, sols ou sédiments, matrices biologiques (faune, flore, lait), aérosols et gaz atmosphériques. Les mesures concernent les principaux radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante. La liste des types de mesure couverts par un agrément est définie par la décision de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

Au total, un agrément couvre une cinquantaine de mesures, auxquelles correspondent autant d'essais de comparaison interlaboratoires (EIL). Ces essais sont organisés par l'IRSN sur un cycle de cinq ans, correspondant à la durée maximale de validité des agréments.

Afin d'établir un REX des EIL organisés par l'IRSN depuis leur mise en place en 2003, l'ASN et l'IRSN ont organisé conjointement un séminaire en novembre 2021 rassemblant l'ensemble des acteurs de la sphère de la surveillance de l'environnement (laboratoires des exploitants des installations nucléaires, établissements publics, universitaires, privés, associatifs ou étrangers, etc.).

4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée précise l'organisation du réseau national et fixe les dispositions d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement.

La procédure d'agrément comprend notamment :
- la présentation d'un dossier de demande par le laboratoire intéressé après participation à un EIL ;
- son instruction par l'ASN ;
- l'examen des dossiers de demande par une commission d'agrément pluraliste qui émet un avis sur des dossiers rendus anonymes.

Les laboratoires sont agréés par décision de l'ASN publiée dans son *Bulletin officiel*. La liste des laboratoires agréés est actualisée tous les six mois.

4.3.2 La commission d'agrément

La commission d'agrément a pour mission de s'assurer que les laboratoires de mesure ont les compétences organisationnelles et techniques pour fournir au RNM des résultats de mesures de qualité.

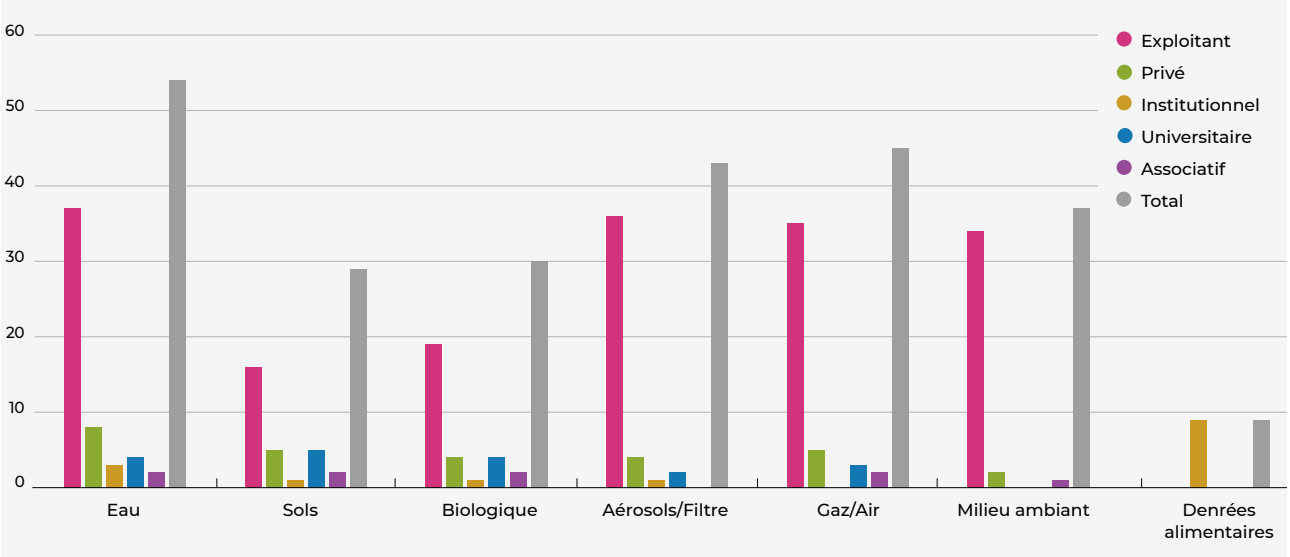
La commission est compétente pour proposer l'agrément, le refus, le retrait ou la suspension d'agrément à l'ASN. Elle se prononce sur la base d'un dossier de demande présenté par le laboratoire pétitionnaire et sur ses résultats aux EIL organisés par l'IRSN. Elle se réunit tous les six mois.

TABLEAU 7 **Exemples de suivi radiologique de l'environnement autour des INB**

MILIEU SURVEILLÉ OU NATURE DU CONTRÔLE	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (DÉCISION N° 2014-DC-0415 DE L'ASN DU 16 JANVIER 2014)	ÉTABLISSEMENT ORANO DE LA HAGUE (DÉCISION N° 2015-DC-0535 DE L'ASN DU 22 DÉCEMBRE 2015)
Air au niveau du sol	• 4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité β globale (βG) – Spectrométrie γ si βG > 2 mBq/m³ – Spectrométrie γ mensuelle sur regroupements des filtres par station • 1 station de prélèvement en continu, située sous les vents dominants, avec mesure hebdomadaire du ^{3}H atmosphérique	• 5 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes des activités α globale (αG) et β globale (βG) – Spectrométrie γ si αG ou βG > 1 mBq/m³ – Spectrométrie α (Pu) mensuelle sur le regroupement des filtres par station • 5 stations de prélèvement en continu des halogènes sur adsorbant spécifique avec spectrométrie γ hebdomadaire pour la mesure des iodes • 5 stations de prélèvement en continu avec mesure hebdomadaire du ^{3}H atmosphérique • 5 stations de prélèvement en continu avec mesure bimensuelle du ^{14}C atmosphérique • 5 stations de mesure en continu de l'activité du ^{85}Kr dans l'air
Rayonnement γ ambiant	• Mesure en continu avec enregistrement : – 4 balises à 1 km – 10 balises aux limites du site – 4 balises à 5 km	• 5 balises avec mesure en continu et enregistrement • 11 balises avec mesure en continu à la clôture du site
Pluie	• 1 station de prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesures bimensuelles βG et ^{3}H	• 2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de αG, βG et du ^{3}H – Spectrométrie γ si αG ou βG significatif
Milieu récepteur des rejets liquides	• Prélèvement dans la rivière en amont du point de rejet et dans la zone de bon mélange à chaque rejet – Mesure βG, du potassium (K)(*) et ^{3}H • Prélèvement continu dans la rivière au point de bon mélange – Mesure ^{3}H (mélange moyen quotidien) • Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques en amont et en aval du point de rejet avec spectrométrie γ, mesure ^{3}H libre, et, sur les poissons, ^{14}C et ^{3}H organiquement lié • Prélèvements périodiques dans un ruisseau et dans la retenue avoisinant le site avec mesures ßG, K, ^{3}H	• Prélèvements quotidiens d'eau de mer en deux points à la côte avec mesures quotidiennes (spectrométrie γ, ^{3}H) en un de ces points et pour chacun des deux points, spectrométries α et γ et mesures βG, K, ^{3}H et ^{90}Sr • Prélèvements trimestriels d'eau de mer en 3 points au large avec spectrométrie γ et mesures βG, K, ^{3}H • Prélèvements trimestriels de sable de plage, d'algues et de patelles en 13 points avec spectrométrie γ + mesure ^{14}C et spectrométrie α pour les algues et patelles en 6 points • Prélèvements de poissons, crustacés, coquillages et mollusques dans 3 zones des côtes du Cotentin avec spectrométries α et γ et mesure ^{14}C • Prélèvements trimestriels de sédiments marins au large en 8 points avec spectrométries α et γ mesure ^{90}Sr • Prélèvements hebdomadaires à semestriels de l'eau de 19 ruisseaux avoisinant le site, avec mesures αG, βG, K et ^{3}H • Prélèvements trimestriels des sédiments des 4 principaux ruisseaux avoisinants le site, avec spectrométries γ et α • Prélèvements trimestriels de végétaux aquatiques dans 3 ruisseaux avoisinants le site avec spectrométrie γ et mesure ^{3}H
Eaux souterraines	• Prélèvements mensuels en 4 points, bimensuels en 1 point et trimestriels en 4 points avec mesure βg, K et ^{3}H	• 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure αG, βG, du K et du ^{3}H
Eaux de consommation	• Prélèvement annuel d'une eau destinée à la consommation humaine, avec mesures βG, K et ^{3}H	• Prélèvements périodiques des eaux destinées à la consommation humaine en 15 points, avec mesures αG, βG, K et ^{3}H
Sol	• 1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie γ	• Prélèvements trimestriels en 7 points avec spectrométrie γ et mesure du ^{14}C
Végétaux	• 2 points de prélèvement d'herbe, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle et mesures trimestrielles ^{14}C et du C • Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométrie γ, mesure ^{3}H, et ^{14}C	• Prélèvements d'herbes mensuels en 5 points et trimestriels en 5 autres points avec spectrométrie γ et mesure de ^{3}H et ^{14}C – Spectrométrie α annuelle en chaque point • Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométries α et γ, mesures du ^{3}H, du ^{14}C et du ^{90}Sr
Lait	• 2 points de prélèvement, situés de 0 à 10 km de l'installation, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle, mesure trimestrielle ^{14}C et mesure annuelle ^{90}Sr et ^{3}H	• 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec spectrométrie γ, mesure de K, ^{3}H, ^{14}C et, ^{90}Sr

αG = α global ; βG = β global
(*) Mesures de la concentration totale de potassium par spectrométrie pour ^{40}K.

GRAPHIQUE 7 **Répartition du nombre de laboratoires agréés pour une matrice environnementale donnée au 1er janvier 2022**



La commission, présidée par l'ASN, est composée de personnes qualifiées et de représentants des services de l'État, des laboratoires, des instances de normalisation et de l'IRSN.

4.3.3 Les conditions d'agrément

Les laboratoires qui souhaitent être agréés doivent mettre en place une organisation qui réponde aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 relative aux exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Afin de démontrer leurs compétences techniques, ils doivent participer à des EIL organisés par l'IRSN. Le programme, désormais quinquennal, de ces essais est mis à jour annuellement. Il fait l'objet d'un examen par la commission d'agrément et est publié sur le site Internet du RNM. Jusqu'à 70 laboratoires s'inscrivent à un type d'essai, dont quelques laboratoires étrangers.

La commission d'agrément définit les critères d'évaluation utilisés pour l'exploitation des EIL. Lorsque le résultat obtenu par un laboratoire à un EIL n'est pas suffisamment probant, l'ASN peut, sur avis de la commission d'agrément, délivrer un agrément pour une durée probatoire de un ou deux ans, par exemple, ou conditionner la délivrance de l'agrément à la fourniture d'éléments complémentaires, voire la participation à un nouvel essai contradictoire.

En 2021, l'IRSN a organisé sept EIL et un essai contradictoire. Depuis 2003, 95 EIL ont été menés couvrant 59 types d'agrément. C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux, avec 54 laboratoires. Ils sont entre une trentaine et une quarantaine de laboratoires à disposer d'agréments pour les mesures de matrices biologiques (faune, flore, lait), des poussières atmosphériques, de l'air ou encore de la dosimétrie gamma ambiante. Pour les sols et les sédiments, le nombre de laboratoires s'établit à 28. Si la plupart des laboratoires sont compétents pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, entre 10 et 20 d'entre eux sont agréés pour les mesures du carbone-14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium dans l'eau, les sols et sédiments, et les matrices biologiques (herbe, productions agricoles végétales ou animales, lait, faune et flore aquatique, etc.).

En 2021, l'ASN a délivré 121 agréments ou renouvellements d'agréments et s'est prononcé sur le maintien de 27 agréments. Au 1er janvier 2022, le nombre total de laboratoires agréés est de 67, ce qui représente 945 agréments, tous types confondus, en cours de validité.

La liste détaillée des laboratoires agréés et de leur domaine de compétence technique est disponible sur *asn.fr*.

5 // Les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements

5.1 Le contrôle relatif aux fraudes

Depuis 2015, plusieurs cas d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications ont été mis en évidence chez des fabricants, des fournisseurs ou des organismes connus et travaillant depuis de nombreuses années pour l'industrie nucléaire française. Des cas avérés de contrefaçons ou de falsifications ont en outre été rencontrés dans certains pays étrangers ces dernières années. Le terme d'irrégularité est employé par l'ASN pour toute modification, altération ou omission de certaines informations ou données de manière volontaire. Une irrégularité détectée par l'ASN peut être caractérisée par un juge sur le plan pénal en fraude.

Le nombre de cas avérés ou suspectés ne représente qu'une infime proportion des activités nucléaires, mais ces cas montrent que ni la robustesse de la chaîne de surveillance et de contrôle au premier rang de laquelle se trouvent les fabricants, fournisseurs et exploitants, ni le haut niveau de qualité exigé dans l'industrie nucléaire n'ont permis d'écarter totalement les risques de contrefaçons, de fraudes et de falsifications. En effet, ces cas n'ont pas tous été détectés par la surveillance de l'exploitant, qui doit désormais s'adapter de manière plus adéquate à la prévention, à la détection, à l'analyse et au traitement de cas de fraudes.

L'ASN a engagé en 2016 une réflexion sur l'adaptation des méthodes de contrôle des INB dans un contexte d'irrégularité. Lors de celle-ci, elle a interrogé d'autres administrations de contrôle, ses homologues étrangères, ainsi que des exploitants sur leurs pratiques afin d'en tirer le REX. Ce risque particulier a

donné lieu à des évolutions de méthodes de contrôle de l'ASN, mais il s'inscrit pour son traitement dans le cadre existant.

L'ASN a aussi rappelé aux exploitants d'INB et aux principaux fabricants d'équipements nucléaires en 2018 qu'une irrégularité est un écart au sens de l'arrêté INB. Les exigences de l'arrêté s'appliquent donc pour la prévention, la détection et le traitement des cas s'apparentant à des fraudes. De manière plus générale, les exigences réglementaires portant sur la sûreté et la protection des personnes contre les risques liés aux rayonnements ionisants s'appliquent également. Par exemple, certifier par une signature qu'une activité a bien été réalisée alors qu'en réalité elle ne l'a pas été, peut être, selon le cas, un écart aux règles d'organisation, de contrôle technique des activités, de gestion des compétences, etc.

En 2021, les recherches d'irrégularités de type fraudes lors des inspections courantes dans les installations nucléaires se sont renforcées. Ces inspections sont de trois types :

- des inspections faisant suite à des sujets connus, issus des constats d'irrégularités constatées sur d'autres installations ou le suivi du traitement d'un cas détecté précédemment ;
- des inspections intégrant un volet de recherche approfondie de preuves dans la réalisation d'activités, avec par exemple la vérification de la présence effective d'une personne ayant certifié avoir réalisé une activité à une date donnée ;
- des inspections ayant pour objectif de sensibiliser aux risques de fraude, notamment lors des inspections des fournisseurs où le risque de fraude dans la chaîne de sous-traitance a été abordé.

Une soixantaine d'inspections a ainsi été réalisée en 2021, sans compter les inspections ayant procédé à des vérifications mais sans découverte de cas suspects qui ne font pas l'objet d'une traçabilité. Elles ont principalement eu lieu sur les sites nucléaires. Des inspections dédiées à cette thématique ont par ailleurs aussi été menées dans les services centraux de grands exploitants nucléaires. Les cas relevés sont d'abord traités en tant qu'écarts aux exigences réglementaires. Ils font de plus l'objet de discussions avec la direction des sites et les services centraux des exploitants, pour la mise en œuvre d'actions préventives. Suivant les enjeux relatifs à l'écart, un procès-verbal ou un signalement au procureur de la République est effectué. Un signalement a été envoyé en 2021.

De plus, la thématique de l'intégrité des données, liée au risque de fraude dans le sens où des faiblesses sur la traçabilité peuvent faciliter les irrégularités, est abordée de plus en plus fréquemment et fait l'objet de demandes dans certaines lettres de suite d'inspections.

La détection d'irrégularités ou de cas suspects est toujours d'actualité, tant par les exploitants eux-mêmes dans le cadre de leur surveillance et contrôles internes que par les inspecteurs de l'ASN.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, l'ASN a programmé sur 2021 une action générale de vérification de l'authenticité des certificats d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (CAMARI) et des cartes autorisant le transport de matières radioactives lors des inspections. Cette action est détaillée au chapitre 8.

Les actions de l'ASN pour la prévention, la détection et le traitement des irrégularités de type fraude ne se limitent pas aux inspections. Par exemple, l'ASN a informé les exploitants et fabricants principaux de cas détectés et analyse leurs réponses. De plus, l'ASN a diffusé en 2021 deux fiches d'information à destination des autorités de sûreté étrangères, par un canal d'échange au niveau international qu'elle a activement contribué à établir.

5.2 Le traitement des signalements

Fin novembre 2018, l'ASN a mis en ligne un portail permettant à une personne souhaitant lui signaler des irrégularités pouvant affecter la protection des personnes et de l'environnement, potentiellement un lanceur d'alerte, de l'en informer.

Par un traitement de pseudonymisation des signalements reçus, l'ASN assure la confidentialité de toute personne lui envoyant un signalement. Seule une demande d'une autorité judiciaire serait de nature à briser cette confidentialité, ce qui n'est pas arrivé. Il est toutefois préférable que l'auteur du signalement laisse ses coordonnées afin que l'ASN puisse :

- accuser réception de son signalement ;
- le contacter dans le cas où des informations devraient être précisées (besoin fréquent) ;
- l'informer si des suites ont été données à son signalement.

En 2021, 45 signalements ont été envoyés à l'ASN : plus de la moitié (26) *via* le portail de signalement, les autres par d'autres moyens de transmission, principalement (15 signalements) par un contact direct avec la division de l'ASN géographiquement compétente ou la direction technique en charge d'un sujet. Les signalements reçus sont variés de par :

- le domaine concerné : environ un tiers concerne les INB, un peu moins d'un quart le domaine médical ;
- leur contenu : ils peuvent faire état de dégradations dans l'organisation de l'entité qui pourraient affecter la radioprotection, de travaux mal réalisés, etc.

Certains signalements sont retransmis par l'ASN à d'autres administrations lorsque leur traitement n'est pas de sa compétence. Tout signalement est examiné et pris en compte. Il peut faire l'objet d'une inspection, d'une analyse technique, d'une demande d'information à un responsable d'activité nucléaire, etc. Il peut s'agir, par exemple, d'une information relative à la sécurité d'une INB, qu'il revient au Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie de prendre en compte.

Douze signalements ont fait l'objet de vérifications lors d'inspections. Les suites de ces inspections sont traitées dans le même cadre que s'il s'agissait d'inspections courantes.

Peu de signalements reçus en 2021 ont été réalisés de manière anonyme (quatre), ce qui permet de faciliter leur traitement. Seul un signalement n'a pu être traité car son contenu était très vague et son auteur n'a pas pu être joint.

6 // Relever et faire corriger les écarts

L'ASN met en œuvre des mesures de coercition, permettant de contraindre un exploitant ou un responsable d'activité nucléaire à se remettre en conformité avec la réglementation, et des sanctions.

Dans certaines situations lorsque l'action de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire n'est pas conforme à la réglementation en vigueur, ou lorsqu'il importe qu'il mette en œuvre des actions appropriées pour remédier sans délai aux risques les plus importants, l'ASN peut recourir à des mesures de coercition et des sanctions prévues par la loi. Les principes de l'action de l'ASN dans ce domaine reposent sur :

- des actions impartiales, justifiées et adaptées au niveau de risque présenté par la situation constatée. Leur importance est proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire, sanitaires et environnementaux associés à l'écart relevé et tient compte également de facteurs relatifs à l'exploitant (historique, comportement, répétitivité), au contexte de l'écart et à la nature du référentiel enfreint (réglementation, normes, « règles de l'art », etc.) ;
- des mesures administratives engagées sur proposition des inspecteurs et décidées par l'ASN ou la commission des sanctions en matière d'amende administrative, pour faire remédier aux situations de risques et aux non-respects des dispositions législatives et réglementaires constatés lors des inspections.

De plus, en matière pénale, des procès-verbaux de constat d'infraction (contravention, délit) peuvent être dressés par les inspecteurs de l'ASN et transmis au procureur de la République territorialement compétent qui appréciera l'opportunité d'engager des poursuites.

6.1 Les mesures de coercition et les sanctions administratives

L'ASN dispose d'une palette d'outils à l'égard d'un responsable d'activité nucléaire ou d'un exploitant, notamment :

- l'observation de l'inspecteur ;
- la lettre officielle des services de l'ASN (lettre de suite d'inspection) ;
- la mise en demeure par l'ASN de régulariser sa situation administrative ou de satisfaire à la réglementation en vigueur dans un délai qu'elle détermine ;
- des mesures de police ou des sanctions administratives, prononcées après mise en demeure.

Ces mesures, prévues par la loi, sont les suivantes :

- la consignation entre les mains d'un comptable public d'une somme répondant du montant des travaux à réaliser ;
- l'exécution d'office de travaux aux frais de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire (les sommes éventuellement consignées préalablement pouvant être utilisées pour payer ces travaux) ;
- la suspension du fonctionnement de l'installation, du déroulement de l'opération de transport jusqu'à la mise en conformité ou la suspension de l'activité jusqu'à l'exécution complète des conditions imposées et la prise des mesures conservatoires aux frais de la personne mise en demeure, notamment en cas d'urgence tenant à la sécurité des personnes ;
- l'astreinte journalière (un montant fixé par jour dont l'exploitant ou le responsable d'activité doit s'acquitter jusqu'à satisfaction des demandes formulées à son endroit dans la mise en demeure) ;
- l'amende administrative.

Il convient de signaler que les deux dernières mesures sont proportionnées à la gravité des manquements constatés. Concernant la sanction administrative, la commission des sanctions, saisie par le collège de l'ASN, peut prononcer l'amende administrative prévue par le 4° du II de l'article L.171-8 du code de l'environnement, lorsqu'une décision de mise en demeure, prise préalablement par l'ASN à l'encontre d'un exploitant ou d'un responsable d'activité nucléaire pour exiger la mise en conformité de l'activité à la réglementation en vigueur, n'a pas été respectée par ce dernier.

La réunion d'installation de la commission des sanctions s'est tenue le 19 octobre 2021. À cette occasion, la commission a désigné son président et adopté son règlement intérieur qui a été publié au *Journal Officiel* de la République française du 5 novembre 2021.

La loi prévoit également des mesures prises à titre conservatoire pour la sauvegarde de la sécurité, de la santé et de la salubrité publiques ou de la protection de l'environnement. Ainsi, l'ASN peut :

- suspendre le fonctionnement d'une INB à titre provisoire, avec information sans délai des ministres chargés de la sûreté nucléaire, en cas de risques graves et imminents ;
- prescrire à tout moment les évaluations et la mise en œuvre des dispositions nécessaires en cas de menace pour les intérêts cités ci-dessus ;
- prendre des décisions de retrait temporaire ou définitif du titre administratif (autorisation et prochainement enregistrement) délivré au responsable de l'activité nucléaire après avoir informé l'intéressé de la possibilité de présenter ses observations dans un délai déterminé afin de respecter la procédure contradictoire.

En 2021, l'ASN a adressé cinq mises en demeure : quatre pour les INB et une dans le nucléaire de proximité.

6.2 Les suites données aux infractions pénales

Les textes prévoient, par ailleurs, des infractions pénales, délits ou contraventions. Il s'agira, par exemple, du non-respect de dispositions relatives à la protection des travailleurs exposés à des rayonnements ionisants, du non-respect d'une mise en demeure adressée par l'ASN, de l'exercice d'une activité nucléaire sans le titre administratif requis, du non-respect de dispositions de décisions de l'ASN ou de la gestion irrégulière de déchets radioactifs.

Les infractions éventuellement constatées sont relevées par procès-verbaux dressés par les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et transmis au procureur de la République qui décide de l'opportunité des poursuites.

TABLEAU 8 **Nombre de procès-verbaux transmis par les inspecteurs de l'ASN entre 2016 et 2021**

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PV hors inspection du travail en centrale nucléaire	7	13	14	8	4	2
PV inspection du travail en centrale nucléaire	1	5	2	4	8	0

Le code de l'environnement prévoit des sanctions pénales, une amende voire une peine d'emprisonnement (jusqu'à 150 000 euros et 3 ans d'emprisonnement), selon la nature de l'infraction. Pour les personnes morales déclarées responsables pénalement, le montant de l'amende peut atteindre 10 millions d'euros, selon l'infraction en cause et selon l'atteinte portée aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Le code de la santé publique prévoit également des sanctions pénales ; sont encourues une amende de 3 750 à 15 000 euros et une peine d'emprisonnement de 6 mois à 1 an. Selon la gravité du manquement, des peines complémentaires peuvent être appliquées à l'encontre des personnes morales.

Des contraventions de 5e classe (amendes) sont prévues, sur le champ de la sûreté nucléaire, pour les infractions citées à l'article R. 596-16 du code de l'environnement, ainsi que sur le champ de la radioprotection, pour les infractions citées aux articles R. 1337-14-2 à 5 du code de la santé publique, par exemple s'agissant du non-respect des dispositions relatives à la déclaration d'événement significatif, au régime administratif (transmission du dossier de demande de titre, respect des prescriptions générales, information portant sur le changement du conseiller en radioprotection).

Pour le domaine des équipements sous pression, les dispositions du chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement, qui s'appliquent aux produits et équipements à risques dont font partie les appareils à pression y compris ceux implantés dans les INB, permettent notamment d'ordonner le paiement d'une amende assortie, le cas échéant, d'une astreinte journalière applicable jusqu'à satisfaction de la mise en demeure à l'encontre des exploitants. Ce chapitre comporte également des dispositions à l'égard des fabricants, importateurs et distributeurs de tels équipements, visant à interdire la mise sur le marché, la mise en service ou le maintien en service d'un équipement et à mettre l'exploitant en demeure de prendre toutes les mesures pour le contraindre à se mettre en conformité avec les dispositions législatives et réglementaires qui régissent son activité.

Dans l'exercice de leurs missions dans les centrales nucléaires, les inspecteurs du travail de l'ASN disposent de l'ensemble des moyens de contrôle, de décision et de contrainte des inspecteurs du travail de droit commun (en vertu de l'article R. 8111-11 du code du travail). L'observation, la mise en demeure, la sanction administrative, le procès-verbal, le référé (pour faire cesser sans délai les risques) ou encore l'arrêt de travaux constituent pour les inspecteurs du travail de l'ASN une large palette de moyens d'incitation et de contraintes.

Pour finir, les inspecteurs peuvent constater des infractions ne relevant pas de leur domaine de compétence, comme dans un cas d'irrégularité s'apparentant à une fraude (voir point 5.1). Dans ce cas, et nécessairement s'il s'agit d'un délit, un signalement est effectué auprès du procureur de la République.

En 2021, deux procès-verbaux ont été dressés par les inspecteurs de l'ASN et deux signalements transmis au procureur de la République.

1 Anticiper ..... P. 172

1.1 Prévoir et planifier
- 1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base
- 1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives
- 1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique
- 1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence
- 1.2.1 L'organisation locale
- 1.2.2 L'organisation nationale

1.3 Protéger la population
- 1.3.1 Les actions de protection générale
- 1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

1.4 Appréhender les conséquences à long terme

2 Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle ..... P. 177

2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

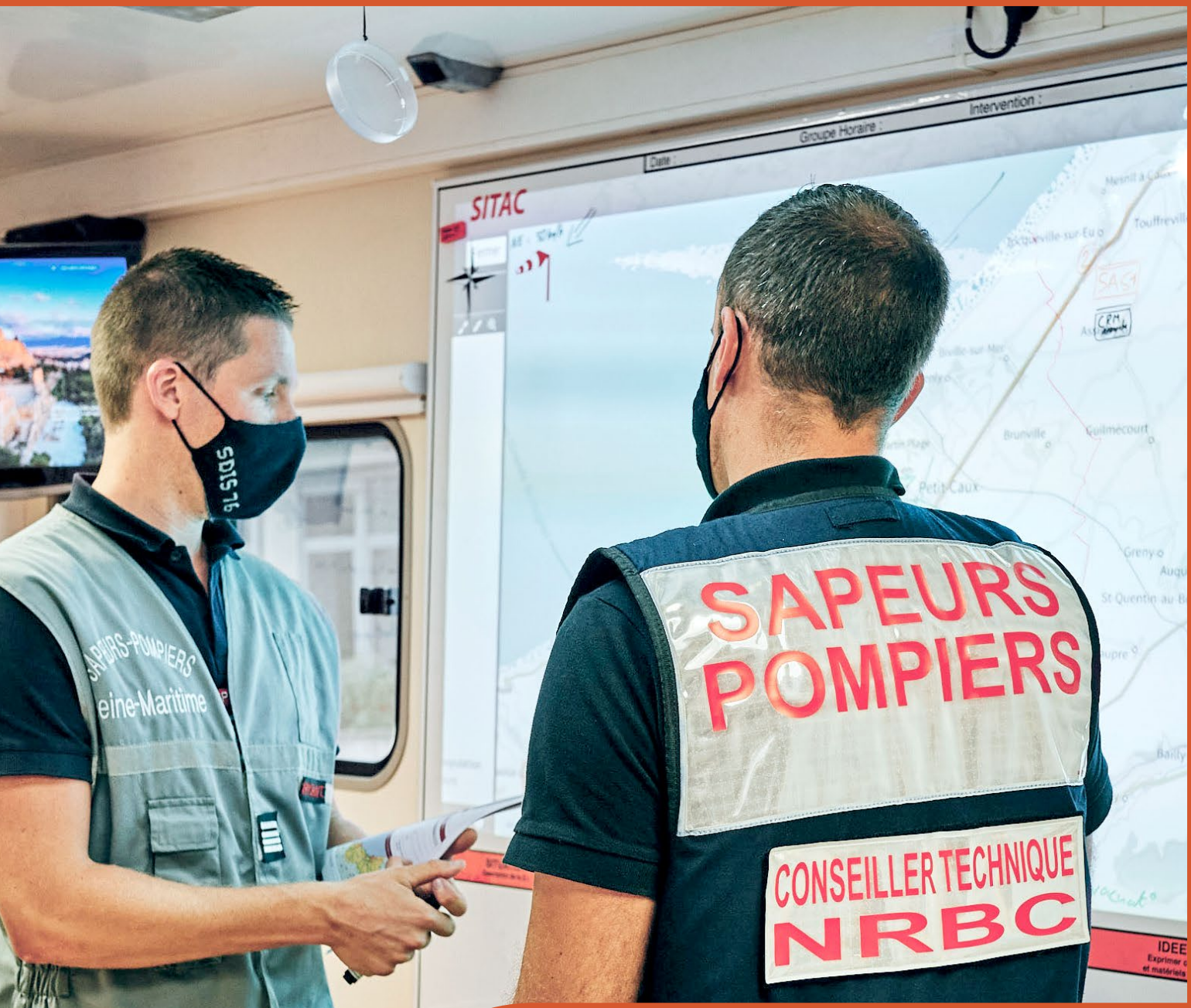
3 Exploiter les enseignements ..... P. 179

3.1 S'exercer
- 3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

3.2 Évaluer pour s'améliorer

4 Perspectives ..... P. 181





04

Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles

04 LES SITUATIONS D'URGENCE RADIOLOGIQUE ET POST-ACCIDENTELLES

Les activités nucléaires sont exercées dans un cadre visant à prévenir les accidents, mais également à en limiter les conséquences. Malgré toutes les précautions prises, un accident ne peut jamais être exclu et il convient de prévoir, tester et réviser régulièrement les dispositions nécessaires à la gestion d'une situations d'urgence radiologique.

Les situations d'urgence radiologique, qui résultent d'un incident ou d'un accident risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité susceptible de porter atteinte à la santé publique, incluent ainsi :

- les situations d'urgence survenant dans une installation nucléaire de base (INB) ;
- les accidents de transport de substances radioactives ;
- les situations d'urgence survenant dans le domaine du nucléaire de proximité.

Les situations d'urgence affectant des activités nucléaires peuvent également présenter des risques non radiologiques, tels que l'incendie, l'explosion ou le rejet de substances toxiques.

Ces situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) participe à la gestion de ces situations pour les questions relatives au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et, en se fondant notamment sur l'expertise de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), est chargée des quatre missions suivantes :

- contrôler les dispositions prises par l'exploitant et s'assurer de leur pertinence ;
- conseiller les autorités sur les actions de protection des populations ;
- participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Par ailleurs, à la demande du Premier ministre, l'ASN a mis en place dès 2005 un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle (Codirpa) pour préparer, dans la continuité de la gestion d'une situation d'urgence radiologique, la gestion de la phase post-accidentelle.

Ce comité pluraliste regroupe notamment des experts, des représentants des services de l'État, des élus locaux, des commissions locales d'information, des associations, etc.

Pour intégrer les enseignements des exercices de crise nationaux et de l'accident de Fukushima, ce comité a proposé au Gouvernement des évolutions dans la stratégie de gestion post-accidentelle des conséquences d'un accident nucléaire. Ces évolutions aboutissent notamment à de nouvelles propositions dans la stratégie de zonage des mesures de protection de la population dans une logique de simplification et d'opérationnalité accrue.

En 2021, les travaux du Codirpa se sont poursuivis, dans le cadre d'un nouveau mandat du Premier ministre, pour étendre la doctrine post-accidentelle à de nouveaux sujets comme la gestion des déchets, la préparation et l'implication des acteurs locaux.

1 // Anticiper

La protection des populations vis-à-vis des risques occasionnés par les INB s'appuie sur plusieurs piliers :

- la diminution du risque à la source, pour laquelle l'exploitant doit prendre toutes les dispositions pour réduire les risques à un niveau aussi bas que possible dans des conditions économiquement acceptables ;
- les plans d'urgence et les plans de secours, visant à prévenir et limiter les conséquences d'un accident ;
- la maîtrise de l'urbanisation autour des INB ;
- l'information des populations.

1.1 Prévoir et planifier

1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base

Les plans d'urgence et de secours relatifs aux accidents survenant dans une INB définissent les dispositions nécessaires pour protéger le personnel du site, la population et l'environnement et pour maîtriser l'accident.

a) Le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur

L'ASN a participé à l'élaboration du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur (PNRANRM), qui a été publié par le Gouvernement en février 2014. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de

EXERCICE SECNUC 2021 : SIMULATION DE LA CIC ET DES ASPECTS INTERMINISTÉRIELS D'UNE CRISE NUCLÉAIRE



Les 18 et 19 mai 2021, l'ASN a participé à l'exercice de crise majeur SECNUC 2021 sous la conduite et à l'initiative du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN). Ce type d'exercice impliquant à la fois les échelons locaux et nationaux de différentes parties prenantes a lieu tous les trois ans. À cette occasion, plusieurs agents de l'ASN ont participé à la gestion de la crise au sein de la Cellule interministérielle de crise (CIC). La CIC est une organisation sur laquelle s'appuie le Premier ministre pour exercer, en lien avec le président de la République, sa responsabilité dans la conduite de crise. Elle réunit l'ensemble des ministères concernés pour recueillir les informations utiles et développer la capacité d'analyse nécessaire à la prise de décision. Le scénario de l'exercice se déroulait trois jours après un accident fictif ayant eu lieu le 15 mai sur la centrale nucléaire d'EDF de Saint-Laurent-des-Eaux (41), conduisant à des rejets radioactifs dans l'environnement. Les participants ont alors géré la phase post-accidentelle de l'accident nucléaire, d'abord en conduite de crise avec le jeu de deux réunions décisionnelles de la CIC puis le lendemain, en situation d'anticipation avec un saut temporel de quatre jours dans le scénario de l'exercice. L'ASN a ainsi mobilisé une cinquantaine de personnes sur ces deux jours d'exercice.

Fukushima et la doctrine post-accidentelle établie par le Codirpa en 2012. Il précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à mettre en place. Il intègre la dimension internationale des crises et les possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement.

b) Les plans particuliers d'intervention

Au voisinage de l'installation, le plan particulier d'intervention (PPI) est établi par le préfet du département concerné en application des articles L. 741-6, R. 741-18 et suivants du code de la sécurité intérieure, *« en vue de la protection des populations, des biens et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages et d'installations dont l'emprise est localisée et fixe. Le PPI met en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement ».* Ces articles précisent également quelles sont les caractéristiques des installations ou ouvrages pour lesquels le préfet doit obligatoirement définir un PPI.

Le PPI précise les premières actions de protection de la population à mettre en œuvre, les missions des différents services concernés, les schémas de diffusion de l'alerte et les moyens matériels et humains susceptibles d'être engagés pour la protection des populations.

Le PPI s'inscrit dans le dispositif de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec), qui décrit les actions de protection décidées par les pouvoirs publics lors de crises de grande ampleur. Ainsi, au-delà du périmètre d'application du PPI, le dispositif Orsec départemental ou zonal est actionné. L'ASN apporte son concours au préfet, responsable de l'élaboration et de l'approbation du PPI, en analysant, avec l'aide de son appui technique l'IRSN, différents éléments dont ceux relatifs à la nature et l'ampleur des conséquences radiologiques d'un accident.

Les PPI permettent actuellement de planifier la réponse des pouvoirs publics dans les premières heures de l'accident pour protéger la population résidant jusqu'à une distance de 20 km autour de l'installation affectée. Les PPI comprennent une phase dite « réflexe » prévoyant l'alerte sans délai par l'exploitant des populations situées dans un rayon allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 2 km (pour les réacteurs de production d'électricité). Alertées par le déclenchement des sirènes « PPI », les populations situées dans ce rayon doivent se mettre à l'abri et à l'écoute des médias. Les PPI permettent également de préparer une réponse « d'évacuation immédiate » sur une distance allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 5 km (pour les réacteurs de production d'électricité). Enfin, dans un rayon pouvant aller jusqu'à 20 km autour des installations, les PPI prévoient l'intégration de mesures de restrictions de consommation en cas d'accident ainsi que l'information renforcée des populations aux risques de l'installation et aux bons comportements à adopter.

Les actions supplémentaires qui seraient à mettre en place au-delà de la zone faisant l'objet du PPI sont précisées, le cas échéant, dans le cadre d'une approche concertée qui peut reposer sur le dispositif Orsec, tenant compte des caractéristiques de l'accident et des conditions météorologiques.

c) Les plans d'urgence interne

Dans le cadre des procédures d'autorisation de mise en service des INB, l'ASN instruit et approuve les plans d'urgence interne (PUI) ainsi que leur mise à jour (article R. 593-31 du code de l'environnement).

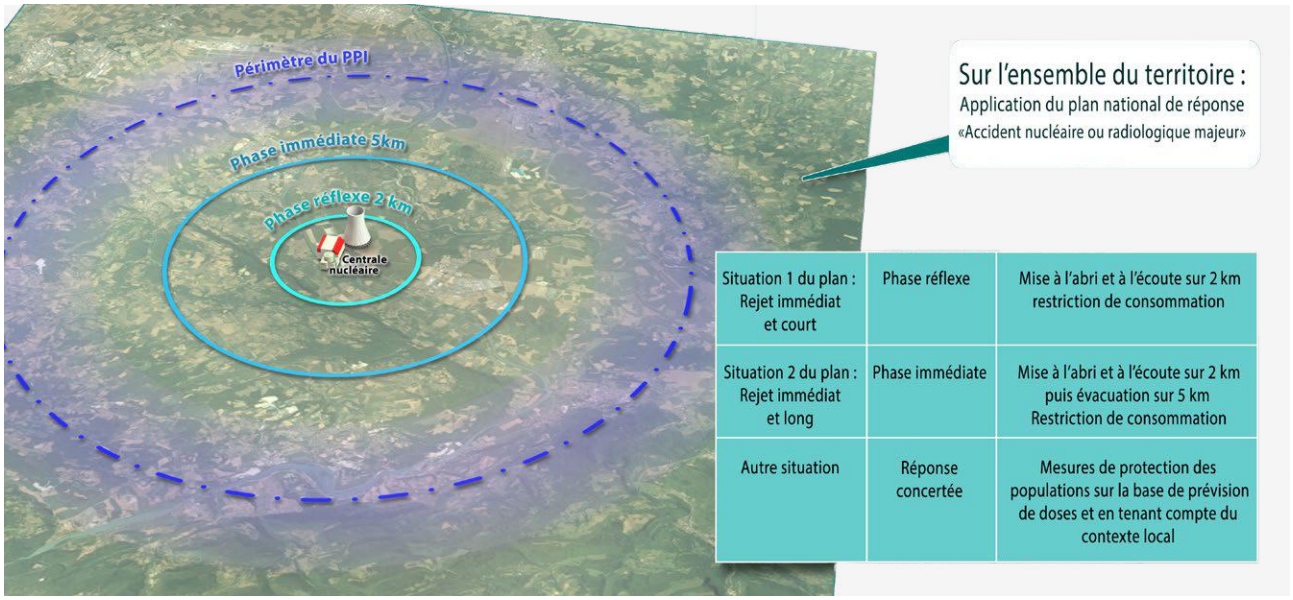
Le PUI, établi par l'exploitant, a pour objet de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement. Il précise l'organisation et les moyens à mettre en œuvre sur le site. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. Les obligations de l'exploitant en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont définies par le titre VII de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB. Les dispositions associées ont été précisées par la décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017 relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du plan d'urgence interne, dite décision « urgence », homologuée par l'arrêté du 28 août 2017.

1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives

Les transports de substances radioactives représentent près d'un million de colis transportés en France chaque année. D'un colis à l'autre, les dimensions, la masse, l'activité radiologique et les enjeux de sûreté associés peuvent fortement varier.

L'ASN instruit et approuve les plans de gestion des événements liés au transport de substances radioactives élaborés par les intervenants dans le transport de telles substances en application du règlement international du transport de matières dangereuses. Ces plans décrivent les dispositions qui doivent être prises selon

SCHÉMA 1 **Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur**



la nature et l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter les dommages et, le cas échéant, d'en minimiser les effets. Le contenu de ces plans est défini dans le Guide n°17 de l'ASN.

Pour faire face à l'éventualité d'un accident de transport de substances radioactives, chaque préfet de département doit inclure, dans sa déclinaison du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec-TMR (transport de matières radioactives). Au vu de la diversité des transports possibles, ce volet définit des critères et des actions simples permettant aux premiers intervenants (service départemental d'incendie et de secours, et forces de l'ordre notamment), à partir des constats faits sur les lieux de l'accident, d'engager de façon réflexe les premières actions de protection des populations et de diffuser l'alerte.

1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique

En dehors des incidents ou accidents qui affecteraient des installations nucléaires ou un transport de substances radioactives, les situations d'urgence radiologique peuvent aussi survenir :

- dans l'exercice d'une activité nucléaire à finalité médicale, de recherche ou industrielle ;
- en cas de dissémination volontaire ou involontaire de substances radioactives dans l'environnement ;
- à l'occasion de la découverte de sources radioactives dans des lieux non prévus à cet effet.

Il est alors nécessaire d'intervenir afin de limiter le risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants. L'ASN a ainsi élaboré, en liaison avec les ministères et les intervenants concernés, la circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390 du 23 décembre 2005 relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique hors situations couvertes par un plan de secours ou d'intervention. Celle-ci complète les dispositions de la directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique présentée au point 1.3 et définit les modalités d'organisation des services de l'État pour ces situations.

Devant la multiplicité des émetteurs possibles d'une alerte et des circuits d'alerte associés, un guichet unique centralise toutes les alertes et les transmet à l'ensemble des acteurs : il s'agit du centre de traitement de l'alerte centralisé des sapeurs-pompiers Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours – Centre de traitement de l'alerte (Codis-CTA), joignable par le 18 ou le 112.

La gestion des accidents d'origine malveillante qui surviendraient à l'extérieur des INB ne relève pas de cette circulaire, mais du plan Pirate NRBC (nucléaire, radiologique, biologique ou chimique).

1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

La maîtrise de l'urbanisation vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. Une telle démarche est ainsi mise en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et a été renforcée depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001. La loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux livres I^{er} et V du code de l'environnement) permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations.

La démarche de maîtrise de l'urbanisation relève de responsabilités partagées entre l'exploitant, les maires et l'État :

- l'exploitant est responsable de ses activités et des risques associés ;
- le maire est responsable de l'élaboration des documents d'urbanisme et de la délivrance des permis de construire ;
- le préfet informe les maires des risques existants, exerce le contrôle de légalité sur les actes des communes et peut imposer des restrictions d'usage.

L'ASN fournit les éléments techniques pour caractériser le risque et propose son appui au préfet pour l'accompagner dans la démarche de maîtrise de l'urbanisation.

La démarche actuelle de maîtrise des activités autour des installations nucléaires concerne exclusivement celles faisant l'objet d'un PPI et vise en premier lieu à préserver le caractère opérationnel des plans de secours, notamment pour la mise à l'abri et l'évacuation, en limitant autant que faire se peut l'augmentation de la population concernée. Elle se concentre sur la zone « réflexe » des PPI, établie dans le cadre de la circulaire du 10 mars 2000 portant révision des PPI relatifs aux INB et dont la pertinence a été confirmée par l'instruction du 3 octobre 2016.

Dans cette zone « réflexe », des actions immédiates de protection des populations sont mises en œuvre en cas d'accident à déroulement rapide (voir point 1.1.1 b).

Une circulaire du ministère chargé de l'environnement du 17 février 2010 relative à la maîtrise des activités au voisinage des INB susceptibles de présenter des dangers à l'extérieur du site a demandé aux préfets d'exercer une vigilance accrue sur le développement de l'urbanisation à proximité des installations nucléaires. Cette circulaire précise qu'il est nécessaire de porter la plus grande attention aux projets sensibles en raison de leur taille, de leur destination ou des difficultés qu'ils occasionneraient en matière de protection des populations dans la zone « réflexe ».

L'ASN est consultée sur des projets de construction ou d'urbanisme situés à l'intérieur de cette zone. Les avis rendus s'appuient sur les principes explicités dans le Guide n° 15 de l'ASN relatif à la maîtrise des activités autour des INB, publié en 2016. Ce guide, élaboré par un groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), associant des élus et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), se fonde sur les objectifs suivants :

- préserver le caractère opérationnel des plans de secours ;
- privilégier un développement territorial au-delà de la zone « réflexe » ;
- permettre un développement maîtrisé et répondant aux besoins de la population résidente.

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence

L'organisation des pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur est fixée par un ensemble de textes relatifs à la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'ordre public, la sécurité civile et les plans d'urgence.

La loi n° 2004-811 du 13 août 2004 relative à la modernisation de la sécurité civile prévoit un recensement actualisé des risques, la rénovation de la planification opérationnelle, la réalisation d'exercices qui impliquent la population, l'information et la formation de la population, la veille opérationnelle et l'alerte. Plusieurs décrets d'application de cette loi, codifiés dans le code de la sécurité intérieure aux articles L. 741-1 à L. 741-32 relatifs notamment aux plans Orsec et aux PPI, sont venus la préciser en 2005.

La prise en compte des situations d'urgence radiologique est précisée dans la directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique (voir schéma 1).

Ainsi, au plan national, l'ASN participe activement aux travaux interministériels relatifs à la gestion d'une crise nucléaire.

L'accident survenu à Fukushima a montré qu'il est nécessaire de mieux se préparer à la survenue d'un accident aux facettes multiples (catastrophe naturelle, accident affectant simultanément plusieurs installations). Ainsi, les organisations mises en place doivent être robustes et capables de gérer dans la durée une crise de grande ampleur. Les interventions sous rayonnements ionisants doivent être mieux anticipées et, pour permettre d'apporter un appui efficace au pays affecté, les relations internationales améliorées.

1.2.1 L'organisation locale

Plusieurs acteurs sont habilités à prendre localement des décisions en situation d'urgence :

- l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée met en œuvre l'organisation et les moyens définis dans son PUI (voir point 1.1.1) ;
- l'ASN a un rôle de contrôle des actions de l'exploitant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. En situation d'urgence, elle s'appuie sur les évaluations de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant les évaluations et les actions qu'elle juge nécessaires ;
- le préfet du département où se trouve l'installation prend les décisions nécessaires pour assurer la protection de la population, de l'environnement et des biens menacés par l'accident. Il agit dans le cadre du PPI, des plans Orsec ou du plan de protection externe en cas d'acte de malveillance. À ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI, publics et privés, matériels et humains. Il veille à l'information des populations et des maires. L'ASN assiste le préfet pour la gestion de la situation ;
- le préfet de zone de défense et de sécurité est chargé de coordonner les renforts et les soutiens nécessaires au préfet de département, d'assurer la cohérence interdépartementale des actions et de coordonner la communication territoriale avec la communication nationale ;
- le maire de la commune, par sa proximité, joue un rôle important dans l'anticipation et l'accompagnement des actions de protection des populations. À ce titre, le maire d'une commune comprise dans le champ d'application d'un PPI doit établir et mettre en œuvre un plan communal de sauvegarde pour prévoir, organiser et structurer les mesures d'accompagnement des décisions du préfet. Il est également un relais d'information et de sensibilisation auprès des populations, en particulier lors des campagnes de distribution de comprimés d'iode.

1.2.2 L'organisation nationale

En situation d'urgence radiologique, chaque ministère est responsable, en lien avec ses services déconcentrés, de la préparation et de l'exécution des dispositions de niveau national relevant de son champ de compétences.

En cas de crise majeure nécessitant la coordination de nombreux acteurs, une organisation de crise gouvernementale est mise en place, sous la direction du Premier ministre, avec l'activation de la cellule interministérielle de crise (CIC). Cette cellule vise à centraliser et analyser les informations en vue de préparer les décisions stratégiques et de coordonner leur mise en œuvre à l'échelle interministérielle. Elle rassemble :

- tous les ministères concernés ;
- l'autorité de sûreté compétente et son appui technique l'IRSN ;
- les représentants de l'exploitant ;
- des administrations ou établissements publics apportant leur concours, comme Météo-France.

1.3 Protéger la population

Les actions de protection des populations durant la phase d'urgence ainsi que les premières actions menées au titre de la phase post-accidentelle visent à protéger les populations de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques et toxiques éventuellement présentes dans les rejets. Ces actions sont mentionnées dans les PPI.

1.3.1 Les actions de protection générale

En cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur, plusieurs actions peuvent être envisagées par le préfet pour protéger la population :

- la mise à l'abri et à l'écoute : les personnes concernées, alertées par une sirène, se mettent à l'abri chez elles ou dans un bâtiment, toutes ouvertures closes, et y restent à l'écoute des consignes du préfet transmises par les médias ;
- l'ingestion de comprimés d'iode stable (uniquement dans le cas d'accident comportant des rejets d'iode radioactif) : sur

ordre du préfet, les personnes susceptibles d'être exposées à des rejets d'iodes radioactifs sont invitées à ingérer la dose prescrite de comprimés d'iode ;
- l'évacuation : en cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation. Les populations sont alors invitées à préparer un bagage, mettre en sécurité leur domicile et le quitter pour se rendre au point de rassemblement le plus proche.

L'ingestion de comprimés d'iode stable permet de saturer la glande thyroïde et de la protéger des effets cancérigènes des iodes radioactifs.

La circulaire du 27 mai 2009 définit les principes régissant les responsabilités respectives de l'exploitant d'une INB et de l'État en matière de distribution de comprimés d'iode.

Cette circulaire prévoit que l'exploitant, en tant que responsable de la sûreté de ses installations, finance les campagnes d'information du public au sein du périmètre PPI et assure une distribution préventive des comprimés d'iode stable de façon permanente et gratuite en s'appuyant sur le réseau des pharmacies.

Pour compléter la pré-distribution effectuée en 2016 dans le rayon 0-10 km, la campagne nationale de mise à disposition de comprimés d'iode auprès des populations situées dans la zone couverte par les PPI entre 10 et 20 km autour des centrales nucléaires a été lancée en septembre 2019.

Au-delà de la zone couverte par le PPI, des stocks de comprimés sont constitués afin de couvrir le reste du territoire national. À cet égard, les ministres chargés de la santé et de l'intérieur ont décidé la constitution de stocks de comprimés d'iode mis en place et gérés par Santé publique France (reprenant notamment les missions antérieurement dévolues à l'Établissement de préparation et de réponse aux urgences sanitaires). Chaque préfet définit dans son département les modalités de distribution à la population en s'appuyant en particulier sur les maires.

Ce dispositif est décrit dans une circulaire du 11 juillet 2011 relative au dispositif de stockage et de distribution des comprimés d'iodure de potassium hors des zones couvertes par un PPI. En application de cette circulaire, les préfets ont mis en place des plans de distribution des comprimés d'iode stable en situation d'urgence radiologique qui peuvent faire l'objet d'exercices dans le cadre de la déclinaison territoriale du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur.

Le préfet peut également prendre des mesures d'interdiction de consommation des denrées alimentaires susceptibles d'avoir été contaminées par des substances radioactives dès la phase d'urgence (tant que l'installation n'est pas revenue à un état maîtrisé et stable).

Ces mesures, prises avant la fin des rejets, ont pour objectif de faciliter la gestion de la phase post-accidentelle. En effet, une fois que les rejets sont terminés et que l'installation est revenue dans un état stable, de nouvelles actions de protection des populations sont décidées en fonction des dépôts de matières radioactives dans l'environnement. Selon le niveau de radioactivité ambiante, il pourra s'agir :
- d'un éloignement des populations pour une durée, plus ou moins longue ;
- de restrictions relatives à l'autoconsommation de denrées alimentaires produites localement ;
- de contrôles des denrées produites avant commercialisation, en accord avec les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

Dans le cas d'une situation d'urgence radiologique, un nombre important de personnes pourraient être contaminées par des radionucléides. La prise en charge de ces personnes devra être réalisée par des équipes de secours dûment formées et équipées pour ce type d'opération.

La circulaire du 18 février 2011 relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste utilisant des substances radioactives, précise les dispositions qui s'appliquent également à un accident nucléaire ou radiologique, et qui visent à mettre en œuvre, sur l'ensemble du territoire national, une méthodologie unifiée d'emploi des moyens afin d'en optimiser l'efficacité.

Le *Guide national d'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique* publié en 2008, dont la rédaction a été coordonnée par l'ASN, vient accompagner la circulaire DHOS/HFD/DGSNR n° 2002/277 du 2 mai 2002 relative à l'organisation des soins médicaux en cas d'accident nucléaire ou radiologique, en rassemblant toutes les informations utiles pour les intervenants médicaux chargés du rassemblement et du transport des blessés ainsi que pour les personnels hospitaliers. Sous l'égide du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN), une nouvelle version de ce guide prenant en compte l'évolution de certaines pratiques est en cours d'élaboration.

DES PANELS DE CITOYENS POUR ASSOCIER LA POPULATION À LA CONSTRUCTION DE LA DOCTRINE POST-ACCIDENTELLE

Ces panels, décidés par le Codirpa, ont pour objectif d'évaluer la compréhension par la population des actions de protection proposées, de tester leur acceptabilité et de recueillir des propositions.

L'ASN et les CLI se sont associées pour organiser ces échanges avec les citoyens. Le thème choisi concerne la gestion des conséquences d'un accident nucléaire, plus particulièrement sur les denrées fraîches produites localement (potagers, vergers) et les produits de la chasse, de la pêche et de la cueillette.

Deux ateliers ont eu lieu en 2021, l'un à Golfech en novembre, l'autre au Tricastin en décembre. Les échanges avec les participants ont été constructifs et les avis recueillis ont été rapportés au groupe de travail « alimentation » du Codirpa en vue de la mise à jour de la doctrine nationale.

Cette démarche, qui vise à anticiper les conséquences d'un accident majeur, permet également de développer une « culture de sécurité » chez les parties prenantes concernées (collectivités territoriales, services publics, ONG, population) ; c'est un axe de progrès indispensable, comme l'ont prouvé les crises récentes (accident de Lubrizol, Covid-19).

1.4 Appréhender les conséquences à long terme

La phase post-accidentelle concerne le traitement dans le temps des conséquences d'une contamination durable de l'environnement par des substances radioactives après un accident nucléaire. Elle recouvre le traitement des diverses conséquences (économiques, sanitaires, environnementales et sociales) par nature complexes, qui devraient être traitées sur le court, le moyen, voire le long terme, en vue d'un retour à une situation jugée acceptable.

Dans le cadre de la poursuite de ses réflexions concernant la gestion de la phase post-accidentelle, le Codirpa, mis en place par l'ASN en 2005 à la demande du Premier ministre, a travaillé pour prendre en compte les enseignements de la gestion post-accidentelle mise en œuvre au Japon après la catastrophe de Fukushima, mais aussi le retour d'expérience des exercices de crise.

À l'issue de ces travaux, le Codirpa a proposé plusieurs recommandations d'évolution de la doctrine post-accidentelle, recommandations que l'ASN a transmises au Premier ministre qui les a acceptées en juin 2020. La principale d'entre elles consiste en une simplification du zonage post-accidentel servant de base aux actions de protection de la population :

- pour protéger la population du risque d'exposition externe, il est proposé de maintenir le périmètre d'éloignement des populations (zone non habitable), sur la base d'une valeur de dose efficace annuelle de 20 millisievert par an (mSv/an) pour la première année, due à la seule exposition externe. La consommation et la vente des denrées produites localement seraient interdites au sein de cette zone ;
- pour limiter l'exposition de la population au risque de contamination par ingestion, un périmètre de non-consommation des denrées fraîches produites localement est proposé. Dans un premier temps, ce périmètre serait défini à partir du plus grand des périmètres de protection de la population (mise à l'abri, prise d'iode, etc.) établi lors de la phase d'urgence. Il serait ensuite affiné à partir des mesures de contamination environnementale et des modélisations disponibles ;
- concernant la commercialisation des denrées alimentaires produites localement, le Codirpa propose la mise en place d'une approche territorialisée par filière de production agricole et d'élevage, s'appuyant sur les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires. Dans une démarche d'association des parties prenantes à la préparation de la gestion de la phase post-accidentelle, l'ASN s'est associée aux CLIs afin de proposer une réflexion citoyenne aux personnes résidant dans le périmètre du plan particulier d'intervention (PPI). Cette démarche de consultation de panels de citoyens est centrée sur les restrictions d'utilisation des denrées fraîches produites localement (potagers, etc.) qui pourraient être prononcées par les autorités à la suite d'un accident nucléaire (voir encadré).

Enfin, pour permettre la diffusion de la doctrine vers le niveau territorial, le Codirpa a mis en place un groupe de travail impliquant de nombreuses associations (dont l'Anccli), l'IRSN, mais aussi des représentants d'administrations nationales et déconcentrées. Les travaux engagés ont permis d'aboutir :

- à la création d'un site internet Anccli/ASN/IRSN de sensibilisation au post-accident (*post-accident-nucleaire.fr*). Ce site permet aux élus, aux professionnels de santé, aux associations, aux personnels de l'éducation et aux acteurs économiques de trouver des documents et informations utiles pour préparer ou gérer la vie sur un territoire contaminé par un accident nucléaire ;
- à la publication d'un guide pratique destiné aux habitants d'un territoire contaminé par un accident nucléaire ;
- à une foire aux questions/réponses établie avec et pour les professionnels de santé sur les domaines de la santé et de la vie courante publiée sous forme de guide en décembre 2021 ;
- et à l'organisation de panels de citoyens.

Ce premier travail d'information sera poursuivi sur le long terme. Le site internet de sensibilisation au post-accident sera enrichi par les productions du Codirpa relatives à l'information des parties prenantes du post-accident.

2 // Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle

2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

En situation d'urgence, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a pour missions :

- de contrôler les dispositions prises par l'exploitant et de s'assurer de leur pertinence ;
- de conseiller les autorités quant aux actions de protection des populations ;
- de participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- d'assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Le contrôle des dispositions prises par l'exploitant

De même qu'en situation normale, l'ASN exerce en situation accidentelle sa mission d'autorité de contrôle. Dans ce contexte particulier, l'ASN s'assure que l'exploitant exerce pleinement ses responsabilités pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs publics. Elle s'appuie sur l'expertise de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant des évaluations ou des actions rendues nécessaires, sans pour autant se substituer à celui-ci dans la conduite technique.

Le conseil aux préfets de département et de zone et au Gouvernement

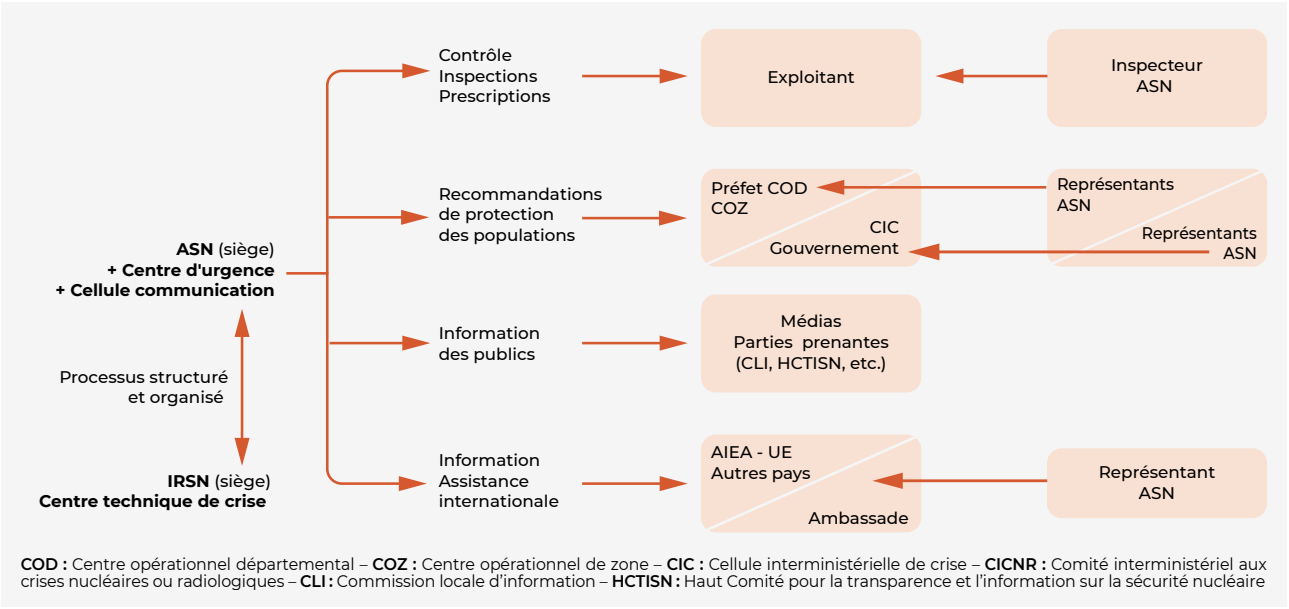
La décision du préfet sur les dispositions à prendre pour assurer la protection de la population en situations d'urgence radiologique et post-accidentelles dépend des conséquences effectives ou prévisibles de l'accident autour du site. De par la loi, il appartient à l'ASN de faire des recommandations au préfet et au Gouvernement, en intégrant l'analyse de l'IRSN. Cette analyse porte à la fois sur le diagnostic de la situation (compréhension de la situation de l'installation accidentée, analyse des conséquences pour l'homme et l'environnement) et sur le pronostic (évaluation des développements possibles et en particulier des rejets radioactifs). Ces recommandations portent notamment sur les actions à mettre en œuvre pour la protection des populations en phase d'urgence et en phase post-accidentelle.

La diffusion de l'information

L'ASN intervient dans la diffusion de l'information auprès :

- des médias et du public : publication de communiqués et conférences de presse ; il importe que cette action soit coordonnée avec les autres entités amenées à communiquer (préfets, exploitants aux niveaux local et national, etc.) ;

SCHÉMA 2 **Rôle de l'ASN en situation de crise nucléaire**



COD : Centre opérationnel départemental – **COZ :** Centre opérationnel de zone – **CIC :** Cellule interministérielle de crise – **CICNR :** Comité interministériel aux crises nucléaires ou radiologiques – **CLI :** Commission locale d'information – **HCTISN :** Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

- des acteurs institutionnels et associatifs : collectivités locales, ministères, préfectures, autorités politiques, directions générales des administrations, Anccli, commissions locales d'information, etc. ;
- des organismes de sûreté étrangers.

La fonction d'autorité compétente au sens des conventions internationales

Le code de l'environnement prévoit que l'ASN assure la mission d'autorité compétente au titre des conventions internationales de 1986 sur la notification rapide et sur l'assistance. À ce titre, elle réalise le recueil et la synthèse d'informations en vue d'assurer ou de recevoir les notifications et transmettre les informations prévues par ces conventions aux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique – AIEA – et Union européenne) et aux pays concernés par d'éventuelles conséquences sur leur territoire, en lien avec le ministère chargé des affaires étrangères.

2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

L'organisation de crise de l'ASN mise en place en cas d'accident majeur comprend notamment :

- la participation d'agents de l'ASN aux différentes cellules de la CIC ;
- la mise en place au plan national d'un centre d'urgence situé à Montrouge (Île-de-France) organisé autour d'un directeur de crise et de différentes cellules spécialisées :
  - une cellule « gestion de l'information et coordination » chargée d'apporter un appui au directeur de crise ;
  - une cellule logistique ;
  - une cellule « sûreté » chargée de comprendre et d'évaluer l'événement en cours ;
  - une cellule « protection des personnes, de l'environnement et des biens » chargée notamment de proposer les actions de protection des populations ;
  - une cellule « communication interne et externe » ;
  - une cellule « relations internationales » ;
  - une cellule « anticipation ».

Le fonctionnement du centre d'urgence est régulièrement testé lors des exercices nationaux de crise et est activé en situation réelle, à l'occasion d'incidents ou d'accidents. Au plan local, des représentants de l'ASN se rendent auprès des préfets de département et de zone pour les appuyer dans leurs décisions et leurs actions de communication. Des inspecteurs de l'ASN peuvent également se rendre sur le site accidenté ; d'autres

L'ASN TESTE EN INSPECTION LA MISE EN ŒUVRE CONCRÈTE DE L'ORGANISATION DE CRISE DES EXPLOITANTS

Depuis quelques années, l'ASN s'emploie à tester l'organisation de crise d'EDF en situation extrême lors d'inspections. Celles-ci, organisées avec l'appui de scénaristes de l'IRSN, permettent aux inspecteurs de vérifier *in situ* le bon fonctionnement et la résilience des équipes d'astreinte mobilisées. Ces inspections, mobilisant un nombre important d'inspecteurs, ont notamment permis de vérifier la capacité de plusieurs centrales nucléaires à gérer une situation d'aléa climatique (ou assimilé) extrême ne permettant pas à l'exploitant de disposer de son équipe d'astreinte au complet pendant au moins quelques heures. Le plus souvent réalisées en heures non ouvrées et sans information préalable du site inspecté, elles ont notamment permis de s'assurer de la bonne préparation des équipes d'EDF à la gestion de tout type de situation d'urgence.

En 2021, l'ASN a également réalisé au CEA une inspection fondée sur une mise en situation mobilisant simultanément l'organisation de crise du site de Saclay et l'organisation de crise nationale de l'exploitant. Deux équipes d'inspecteurs ont été mobilisées, une sur le site de Saclay et une au sein du centre de crise national du CEA à Fontenay-aux-Roses. La première équipe, sur le site de Saclay, a simulé un incendie dans une installation mettant en œuvre des matières radioactives puis a observé la gestion de cet événement par l'exploitant. Simultanément, la seconde équipe a observé le gréement de l'organisation de crise nationale du CEA associée à cet événement. Les inspecteurs mobilisés ont pu constater une organisation de crise fiable et robuste permettant aux échelons local et national de l'exploitant de répondre à une situation d'urgence radiologique.

participent à la gestion de la crise au siège de la division territoriale impliquée.

En 2021, le Centre d'urgence de l'ASN a été gréé à neuf reprises pour sept exercices nationaux, un exercice majeur (SECNUC – voir encadré) et un exercice international.

En outre, l'organisation de crise de l'ASN a été partiellement activée à plusieurs reprises en 2021.

Dans la nuit du dimanche 4 au lundi 5 avril 2021, la centrale de Paluel en Seine-Maritime (76) a déclenché le système d'alerte générale de l'ASN en raison de l'incendie du transformateur principal du réacteur 1 conduisant au déclenchement du PUI de l'établissement.

Le samedi 21 octobre 2021, l'ASN a été informée par le cadre d'astreinte de l'IRSN d'un déclenchement d'une alarme de détection de radioactivité dans le procédé de fonderie de l'usine de la société LME de Trith-Saint-Léger (59) ayant eu lieu dans la nuit de samedi à dimanche.

Pour ces événements, sans pour autant gréer le centre d'urgence, l'équipe d'astreinte de l'ASN s'est mobilisée à distance afin de recueillir les informations nécessaires au suivi de la situation et se tenir prête à intervenir si nécessaire.

Lors des exercices ou en cas de crise réelle, l'ASN est appuyée par une équipe d'analystes au centre technique de crise de l'IRSN.

Le système d'alerte de l'ASN permet la mobilisation de ses agents ainsi que des agents de l'IRSN. Ce système automatique envoie un signal d'alerte aux agents équipés d'un moyen de réception, dès son déclenchement à distance par l'exploitant de l'INB à l'origine de l'alerte. Il diffuse également l'alerte à des agents du SGDSN, de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises, du Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises, de Météo-France et du Centre ministériel de veille opérationnel et d'alerte du ministère de la Transition écologique (CMVOA).

Un numéro vert d'urgence radiologique (**0 800 804 135**) permet également à l'ASN de recevoir les appels signalant des événements impliquant des sources de rayonnements ionisants utilisées hors des INB ou lors du transport de substances radioactives. Il est accessible 24 h/24, 7 j/7. Les informations fournies lors de l'appel sont transmises à l'équipe d'astreinte. En fonction de la gravité de l'événement, l'ASN peut activer son centre d'urgence à Montrouge en déclenchant le système d'alerte. Dans le cas contraire, seul l'échelon local de l'ASN (division concernée) intervient dans ses missions d'appui au préfet et de communication, en recourant au besoin à l'expertise des directions nationales. Afin de renforcer la gradation de la réponse et de l'organisation de l'ASN en cas de crise, pour des situations ne nécessitant pas le gréement du centre d'urgence, l'équipe d'astreinte apporte un appui pour soutenir la division concernée.

Depuis 2018, un dispositif d'astreinte permet de renforcer la robustesse et la réactivité de mobilisation et d'intervention des agents de l'ASN.

Le schéma 2 présente de façon synthétique le rôle de l'ASN en situation d'urgence radiologique. Ce schéma fonctionnel illustre l'importance du représentant de l'ASN auprès du préfet, qui relaie et présente les recommandations provenant du centre d'urgence de l'ASN.

Le tableau 1 montre le positionnement des pouvoirs publics (le Gouvernement, l'ASN et les experts techniques) et des exploitants en situation d'urgence radiologique. Ces acteurs interviennent dans leurs champs de compétence respectifs relatifs à l'expertise, à la décision, à l'intervention et à la communication, pour lesquels des audioconférences régulières sont organisées. Les échanges entre les acteurs conduisent aux décisions et orientations relatives à la sûreté de l'installation et à la protection de la population. De même, les relations entre les cellules de communication et les porte-parole des centres de crise assurent la cohérence de l'information du public et des médias.

3 // Exploiter les enseignements

3.1 S'exercer

L'objectif principal des exercices d'urgence nucléaire et radiologique est de tester le dispositif prévu en cas de situation d'urgence radiologique afin :

- de mesurer le niveau de préparation de toutes les entités impliquées (autorités de sûreté, experts techniques, exploitants) ;
- de s'assurer que les plans sont tenus à jour, connus des responsables et des intervenants à tous les niveaux et que les procédures d'alerte et de coordination qu'ils comportent sont opérantes ;
- d'entraîner les personnes qui seraient impliquées dans une telle situation ;
- de mettre en œuvre les différents aspects de l'organisation et les procédures prévues par les directives interministérielles : les plans d'urgence, les plans de secours, les plans communaux de sauvegarde et les diverses conventions ;
- de contribuer à l'information des médias et de développer une approche pédagogique destinée à la population, afin que chacun puisse concourir par son comportement à la sécurité civile ;
- de capitaliser les connaissances et expériences en matière de gestion des situations d'urgence.

Ces exercices, planifiés dans une instruction interministérielle annuelle, associent l'exploitant, les ministères, les préfectures et les services départementaux, l'ASN, l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), l'IRSN et Météo-France, ce qui peut représenter jusqu'à 300 personnes lorsque des moyens sont déployés sur le terrain. Ils visent à tester l'efficacité des dispositifs d'évaluation de la situation, la capacité à placer l'installation ou le colis dans un

TABLEAU 1 **Positionnement des différents acteurs en situation d'urgence radiologique**

	DÉCISION	EXPERTISE	INTERVENTION	COMMUNICATION
Pouvoirs publics	Gouvernement (CIC) Préfet (COD, COZ)	–	Préfet (PCO) Sécurité civile	Gouvernement (CIC) Préfet (COD)
	ASN (CU)	IRSN (CTC) Météo-France	IRSN (cellules mobiles)	ASN IRSN
Exploitants	Niveaux national et local	Niveaux national et local	Niveau local	Niveaux national et local

CIC : Cellule interministérielle de crise – **COD :** Centre opérationnel départemental – **COZ :** Centre opérationnel zonal – **CTC :** Centre technique de crise – **PCO :** Poste de commandement opérationnel – **CU :** Centre d'urgence

état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

Dans la continuité des années antérieures, l'ASN, en liaison avec le SGDSN, la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises et l'ASND, a préparé le programme 2021 des exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique concernant les INB et les transports de substances radioactives. Ce programme a été annoncé aux préfets par l'instruction interministérielle du 26 juin 2020.

De façon générale, ces exercices permettent de tester les cercles décisionnels au plus haut niveau et la capacité de communication des principaux acteurs sur lesquels une pression médiatique simulée est parfois exercée.

En outre, sous l'égide du SGDSN, l'ASN a participé à l'exercice majeur SECNUC 2021 (voir encadré). Les enseignements de cet exercice sont nombreux, parmi eux, le besoin de renforcer la préparation de la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire. Cet exercice illustre l'intérêt d'entraîner le dispositif de crise à l'échelle interministérielle en mobilisant l'ensemble des services de l'État et l'échelon décisionnel que constitue la CIC. Une simulation de la CIC a ainsi été jouée lors des exercices nationaux sur les centrales nucléaires d'EDF de Penly et du Blayais.

Le tableau 2 décrit les caractéristiques essentielles des exercices nationaux menés en 2021.

Outre les exercices nationaux, les préfets sont invités à mener des exercices locaux pour les sites implantés dans leur département, afin d'approfondir la préparation aux situations d'urgence radiologique et tester spécialement les délais de mobilisation des acteurs.

La réalisation d'un exercice national d'urgence nucléaire et radiologique, selon une périodicité maximale de cinq ans sur les sites nucléaires soumis à un PPI et d'au moins un exercice annuel concernant le transport de substances radioactives, apparaît comme un juste compromis entre l'objectif d'entraînement des personnes et le délai nécessaire pour faire évoluer les organisations.

En 2021, outre les objectifs généraux des exercices listés plus haut, des objectifs complémentaires ont été introduits dans la planification en intégrant les enseignements tirés des retours d'expérience, ainsi que les résultats des exercices et entraînements expérimentaux réalisés en 2021.

L'ASN s'investit également dans la préparation et la réalisation d'exercices de crise ayant un volet de sûreté nucléaire et organisés par d'autres acteurs tels que :

- ses homologues pour la sécurité nucléaire (Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité, auprès du ministre chargé de l'énergie) ou pour les installations relevant de la défense (ASND) ;
- les instances internationales (Agence internationale de l'énergie atomique, Commission européenne, Agence pour l'énergie nucléaire) ;
- les ministères de la Santé, de l'Intérieur, etc.

En octobre 2021, l'ASN a ainsi participé à l'exercice ConvEx-3 organisé par l'AIEA. Organisé sur plusieurs jours et prenant pour site accidenté un réacteur aux Émirats arabes unis, cet exercice a notamment permis à l'ASN de tester les outils de notification et d'échange d'informations avec l'international en cas d'accident nucléaire à l'étranger. La coordination avec le ministère des Affaires étrangères et l'ambassade de France aux Émirats arabes unis a été testée et la réponse de la France à leur demande d'assistance a été simulée.

L'expérience acquise au cours de ces exercices doit permettre aux agents de l'ASN de répondre plus efficacement aux situations d'urgence réelles. Tirant profit des enseignements issus des retours d'expérience précédents, l'exercice 2021 portant sur la simulation d'un accident de transport de substances radioactives a permis de tester une organisation de crise nationale mieux calquée sur les organisations locales associées à la gestion des risques autre que le risque nucléaire.

TABLEAU 2 **Exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique civils réalisés en 2021**

SITE NUCLÉAIRE	DATES DE L'EXERCICE	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
Site Orano La Hague (50)	2 et 3 février	· Processus de décision et pression médiatique simulée
Centrale nucléaire EDF de Saint-Laurent-des-Eaux (41)	18 et 19 mai	· Exercice majeur SECNUC 2021 (mobilisation de la CIC) · Gestion de la situation post-accidentelle · Décision et anticipation · Pression médiatique simulée
Centrale nucléaire EDF de Penly (76)	24 mars et 14 septembre	· Processus de décision · Simulation de la cellule décision de la CIC · Atelier Post-accidentel
Centrale nucléaire EDF de Gravelines (59)	21 et 22 septembre	· Processus de décision · Simulation de la cellule décision de la CIC · Pression médiatique simulée · Atelier Post-accidentel
Transport de substances radioactives (48)	5 octobre	· Processus de décision · Pression médiatique simulée
Centrale nucléaire EDF du Blayais (33)	20 et 21 octobre	· Processus de décision · Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté
ConvEx-3 (AIEA)	26 et 27 octobre	· Accident d'une centrale aux Émirats arabes unis · Coordination avec le ministère des Affaires étrangères et l'ambassade du pays accidenté
Base aérienne de Saint-Dizier (52)	28 et 29 octobre	· Coordination avec l'ASND · Recommandations sur la gestion post-accidentelle
Base navale de Cherbourg (50)	23 et 24 novembre	· Coordination avec l'ASND



Exercice de crise du 15 septembre 2021 à la centrale nucléaire de Penly (76), vue du Centre opérationnel départemental de Seine-Maritime

3.2 Évaluer pour s'améliorer

Des réunions d'évaluation sont organisées immédiatement après chaque exercice dans chaque centre de crise et à l'ASN quelques semaines après l'exercice. L'ASN veille, avec les autres acteurs, à identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration mis en évidence lors de ces exercices.

Ces réunions d'évaluation permettent aux acteurs de partager leur expérience dans le cadre d'une démarche participative. Elles ont notamment mis en évidence :

- l'importance d'avoir des scénarios les plus réalistes possible, en conditions météorologiques réelles, et suffisamment complexes techniquement pour nourrir le retour d'expérience ;
- l'importance de la communication en situation d'urgence, en particulier pour informer au plus tôt le public et les autorités étrangères et éviter la propagation de rumeurs susceptibles d'empêcher une bonne gestion de la crise, en France comme à l'étranger ;
- l'importance de fournir aux décideurs une vision claire des conséquences radiologiques sous forme de représentations cartographiques : l'outil dénommé « Criter » développé par l'IRSN permet la représentation des résultats de mesures de radioactivité dans l'environnement.

4 // Perspectives

Après une année 2020 marquée par la pandémie de Covid-19, l'année 2021, bien qu'encore perturbée, a permis la tenue de neuf exercices de crise, retrouvant ainsi un rythme classique d'entraînement de ses équipes de crise ainsi que de celles des autres parties prenantes. En complément, l'ASN a renforcé son effort de formation et d'entraînement de ses agents avec la poursuite des mises en situation de ses équipiers d'astreinte, la réalisation de films pédagogiques internes et l'enrichissement de son dispositif interne de formation à la crise.

L'année 2021 a également été marquée par la participation de l'ASN à l'exercice majeur nucléaire SECNUC 2021. En matière de préparation, l'ASN a fourni un effort important d'accompagnement des différents participants à la nouvelle doctrine post-accidentelle proposée par le Codirpa en 2019. Cet exercice a également montré l'importance d'adapter les organisations de crise spécifiques au nucléaire (ASN, IRSN, exploitant) pour qu'elles s'interfacent de manière cohérente avec la CIC. Aussi, deux exercices nationaux ont été joués en 2021 avec la simulation de la CIC. L'ASN poursuivra son investissement afin que la simulation de la CIC puisse être réalisée dans les exercices nationaux en 2022.

L'année 2022 sera l'occasion de mettre en œuvre les nombreux enseignements de cet exercice majeur.

Elle verra également la poursuite des travaux du Codirpa pour proposer, comme demandé dans le mandat du Premier ministre, des évolutions dans la doctrine post-accidentelle. Pour faire évoluer la culture de la sécurité et de la radioprotection autour des sites nucléaires, l'ASN poursuivra le pilotage des travaux du groupe de travail dédié et apportera son soutien au Gouvernement en tant que de besoin dans le cadre du plan d'action dévoilé par le ministère de la Transition écologique à la suite du rapport de la mission sur la modernisation de la culture du risque en 2021.

Afin de renforcer la culture de sécurité auprès des installations nucléaires, l'ASN s'inscrit pleinement dans la demande d'association de la population aux exercices de crise, souhaitée par le ministère de l'Intérieur dans sa circulaire INTE2134143J en date du 7 décembre 2021.

1 Développer les relations entre l'ASN et le public ..... P. 184

1.1 Informer le grand public
- 1.1.1 Le site Internet *asn.fr*
- 1.1.2 Les réseaux sociaux
- 1.1.3 L'exposition ASN-IRSN
- 1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

1.2 L'ASN et les professionnels
- 1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection
- 1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne
- 1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques

1.3 L'ASN et les médias

1.4 Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels

1.5 La coopération internationale dans le domaine de la communication

2 Renforcer le droit à l'information et la participation du public ..... P. 189

2.1 L'information donnée par les exploitants

2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions
- 2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires
- 2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles
- 2.3.3 Consultation d'instances particulières
- 2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

2.4 Les acteurs en matière d'information
- 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
- 2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi
- 2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information





05

L’information des publics

05

L'INFORMATION DES PUBLICS

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) place l'information des publics au cœur de son activité. Les lois de 2006 sur la transparence et la sécurité en matière nucléaire et de 2015 sur la transition énergétique pour la croissance verte ont confié à l'ASN la mission de se prononcer sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN informe donc tout au long de l'année les citoyens, les médias, le public institutionnel et les professionnels de la situation des installations nucléaires de base (INB) et des activités du nucléaire de proximité au regard des exigences de sûreté et de radioprotection. Elle présente l'ensemble de son activité de contrôle et les actions qu'elle engage dans ce cadre, diffuse largement et explique en tant que de besoin ses décisions et positions. Elle publie les lettres de suite qui font état, après une inspection, de ses constats et recommandations à l'exploitant : près de 25 000 lettres de suite sont ainsi consultables en ligne. Elle édite également des notes, guides et rapports destinés aux professionnels et accessibles au public.

L'ASN favorise l'implication de la société civile et permet aux citoyens d'apporter leur contribution : elle consulte par exemple les parties prenantes et le public sur ses projets de décisions. À cette fin, elle veille à ce que les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient compris du plus grand nombre, produit des documents explicatifs et s'efforce de vulgariser les enjeux techniques.

En 2021, pour poursuivre son activité d'information des publics malgré les contraintes liées à la pandémie, l'ASN a développé de nouvelles façons de partager l'information et d'échanger : conférences de presse à distance, présentation du rapport annuel en ligne, auditions en ligne, etc. Tous ces moyens, associés à la mise en ligne de nouvelles ressources (notamment le nouveau site Internet *asn.fr*) et à une présence accrue sur les réseaux sociaux, ont permis de maintenir le dialogue, tout au long de l'année, avec les différents publics.

1 // Développer les relations entre l'ASN et le public

1.1 Informer le grand public

L'ASN s'investit pour que les citoyens disposent d'une bonne information sur le risque nucléaire et acquièrent les bons réflexes de radioprotection en toute circonstance (notamment vis-à-vis des risques d'exposition des personnels soignants et des patients dans le cadre des activités médicales impliquant des rayonnements ionisants). À cette fin, l'ASN développe des relations avec ses parties prenantes et utilise des vecteurs diversifiés : publications papier, site Internet, réseaux sociaux, etc.

La collection des *Cahiers de l'ASN* vise à présenter pédagogiquement des sujets majeurs de sûreté nucléaire. Faisant la part belle aux illustrations (dessins, photos, infographies), aux textes courts et aérés, elle entend en faciliter la lecture. Les Cahiers sont diffusés auprès de 10 000 abonnés et sont disponibles sur *asn.fr*. En 2021, deux Cahiers de l'ASN ont été publiés.

Le premier, *Centrales nucléaires au-delà de 40 ans : quelles conditions pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe d'EDF ?* (février 2021) fait le point sur le devenir des 32 réacteurs concernés, les plus anciens en fonctionnement en France, au-delà de leurs 40 années d'exploitation. L'ASN rend compte de ses conclusions et de la décision générique qu'elle a prise pour ce type de réacteurs.

Le second, *10 ans après Fukushima : quelles améliorations pour la sûreté des installations nucléaires en France ?* (mars 2021) rappelle que l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a mis en évidence la nécessité de renforcer la résilience des installations nucléaires et des organisations face à des situations extrêmes. Il propose une « visite guidée » des principaux renforcements de sûreté apportés aux installations en France.

L'ASN adresse la *Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire*, publication bimestrielle, à plus de 5 000 abonnés. Cette publication propose une synthèse des faits d'actualité les plus notables et des informations relatives aux décisions et aux actions de l'ASN. La lettre d'information de l'ASN est envoyée sur simple inscription sur *asn.fr*.

1.1.1 Le site Internet *asn.fr*

Avec plus de 55 600 visites par mois en moyenne, le site *asn.fr* est au cœur du dispositif d'information des publics. Il propose à la consultation la plupart des projets d'avis et de décisions.

Le site Internet est également une source d'informations de référence pour les publics plus avertis : citoyens experts, membres d'associations environnementales et professionnels. Au total, ce sont plus de 2,1 millions de pages du site qui ont été vues en 2021.

L'ASN traduit les notes d'information, communiqués et contenus à fort enjeu. Ces publications en langue anglaise soutiennent l'action de l'ASN dans les instances internationales et favorisent une vision concertée de la sûreté nucléaire et de la radioprotection à l'échelle mondiale.

En 2021, l'ASN a mis en ligne une nouvelle version de son site Internet avec pour objectif de faciliter l'accès à ses quelques 20 000 pages portant sur le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, la réglementation, les actions de l'ASN

dans les domaines de la santé, de l'industrie ou de la recherche nucléaires. Contenus et fonctionnalités sont disponibles dans les mêmes conditions quel que soit le support utilisé (ordinateur, téléphone, tablette), conformément aux normes d'accessibilité en vigueur ainsi qu'aux exigences de la loi pour une République numérique du 7 octobre 2016.

Un outil de recherche plus performant et une carte des installations (électronucléaires, industrielles et médicales) offrent une navigation plus précise et rapide.

Cette nouvelle version du site de l'ASN, fruit de nombreux tests réalisés avec des utilisateurs, s'attache à faciliter l'accès, selon les publics, aux informations recherchées :

- travailleurs des secteurs contrôlés et réglementés par l'ASN (pour les services en ligne et les formulaires notamment), experts techniques, juristes, riverains d'installations, patients et praticiens, élus et journalistes peuvent accéder à l'actualité des sites ou aux documents du contrôle qui les intéressent : lettres de suite d'inspection, avis d'événements significatifs, etc. ;
- citoyens s'intéressant aux enjeux de sûreté et souhaitant s'impliquer dans le processus de prise de décision. Ainsi, des contenus pédagogiques (vidéos, infographies, dossiers thématiques) sont proposés et le module de « consultation du public » a été amélioré.

Le site *asn.fr* s'est doté d'un formulaire sécurisé de recueil des signalements de fraude dans le domaine nucléaire. Cette application garantit la protection des lanceurs d'alerte et le traitement confidentiel des informations recueillies. L'ASN a renforcé les mesures de prévention et de détection des fraudes à la suite d'irrégularités découvertes à l'usine Creusot Forge en 2016. 26 signalements ont été recueillis sur *asn.fr* en 2021.

1.1.2 Les réseaux sociaux

Les contenus du site, consultables sur smartphones ou tablettes, sont également partagés sur les principaux médias sociaux (principalement sur Twitter, Facebook et LinkedIn). Les fils d'actualité des comptes sociaux de l'ASN relaient ses principales prises de position. Les temps forts auxquels participe l'ASN (auditions parlementaires, réunions publiques) sont annoncés et peuvent être suivis en temps réel sur les réseaux sociaux.

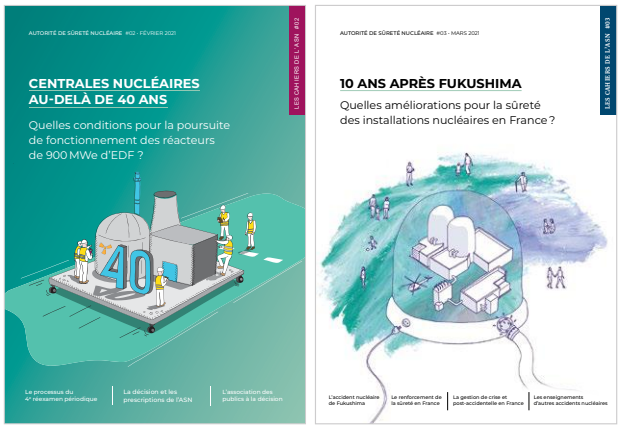
Depuis 2011, les médias sociaux sont intégrés à la « pression médiatique simulée » lors des exercices de crise. L'enjeu est de prendre en compte l'instantanéité des réactions, l'urgence du besoin d'information.

L'actualité de l'ASN est suivie et relayée aujourd'hui par plus de 14 000 abonnés sur Twitter, près de 30 000 sur LinkedIn et 4 300 sur Facebook.

1.1.3 L'exposition ASN-IRSN

Dans le cadre de leur mission d'information du public, l'ASN et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ont créé des contenus pédagogiques destinés aux lycéens, étudiants, salariés, personnels hospitaliers, patients, etc. et plus généralement aux citoyens. Composée de 80 panneaux répartis en dix thèmes, l'exposition a pour vocation d'informer sur la radioactivité – qu'elle soit naturelle ou artificielle – ses usages, ses enjeux et ses effets sur l'homme et l'environnement. Cette exposition est mise à disposition gratuitement sur simple demande. Elle est modulaire et peut être empruntée en tout ou partie.

L'exposition est également consultable en ligne (*irsn.fr/expo-asn-irsn*).



Cahiers de l'ASN **parus en février et mars 2021**

1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

Tout citoyen peut adresser à l'ASN des demandes d'information en ligne (à l'adresse *info@asn.fr*), par courrier et téléphone. En 2021, le centre d'information en ligne a répondu à plus de 550 sollicitations sur des sujets divers (questions techniques, demandes de transmission de documents administratifs, d'informations relatives à l'environnement, de publications, recherches documentaires, etc.).

1.2 L'ASN et les professionnels

L'ASN élabore des publications spécifiques, organise et participe à de nombreux colloques et séminaires afin de faire connaître la réglementation, de sensibiliser les professionnels à leurs responsabilités et aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection et, enfin, d'encourager la déclaration des événements significatifs.

1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

L'ASN considère qu'une réglementation claire s'appuyant sur les meilleurs standards de sûreté est un élément important pour le progrès de la sûreté des INB. Elle a ainsi entrepris depuis plusieurs années un important travail de refonte de la réglementation technique et générale applicable aux INB, en veillant toujours à la clarté et à la complétude des informations délivrées aux professionnels en matière réglementaire. Il en est de même pour la radioprotection des travailleurs et des patients, dans le domaine médical et dans l'industrie : l'ASN met à la disposition de tous des guides, des fiches pratiques et des recueils de référence.

Un espace pour les professionnels sur *asn.fr*

Les professionnels retrouvent dans un espace dédié les formulaires, les textes réglementaires ainsi que des publications à visée pédagogique ou d'accompagnement dans la mise en œuvre de la réglementation.

En 2021, l'ASN a publié la série des bilans d'inspection du secteur médical en 2020 (radiothérapie, curiethérapie et pratiques interventionnelles radioguidées).

Des outils pratiques pour une application concrète de la réglementation

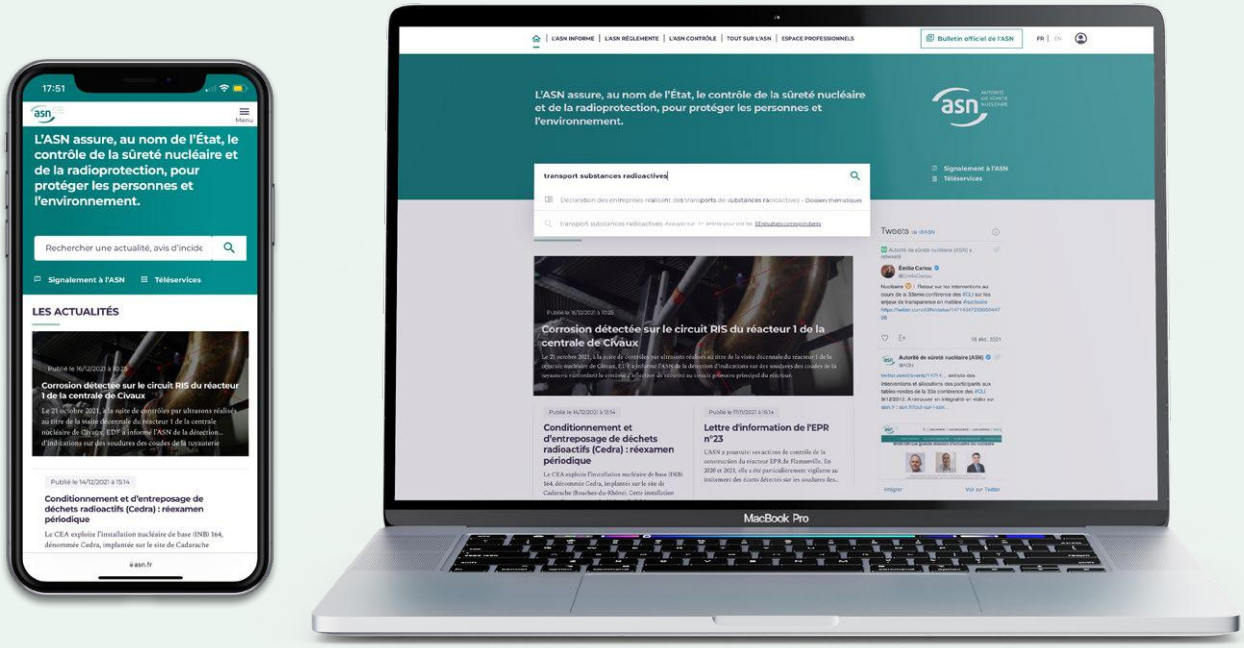
La radioprotection a fait l'objet d'une importante refonte réglementaire tant dans le code de la santé publique que dans le code du travail. Les *Guides de l'ASN* énoncent des recommandations, présentent des moyens que l'ASN estime pertinents pour atteindre les objectifs fixés par la réglementation et partagent les méthodes et les bonnes pratiques issues du retour d'expérience des événements significatifs.

LE NOUVEAU

asn.fr

Le site *asn.fr* a évolué en 2021 et a dévoilé une nouvelle interface, aboutissement de nombreux tests réalisés avec des publics internes et externes.

L'objectif : contribuer toujours plus à la mission première de transparence de l'ASN.



Panorama des principales évolutions du site.

1. **Un parcours utilisateur** optimisé
2. **Un environnement graphique** renouvelé
3. **Un moteur de recherche** plus performant

22 ans d'historique du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Près de 250 vidéos disponibles (interviews, retransmissions d'auditions parlementaires, films pédagogiques, etc.)

Près de 27 000 lettres de suite d'inspection publiées

Des dossiers thématiques proposés

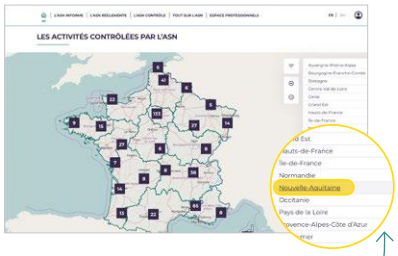
6 400 abonnés aux newsletters de l'ASN

Un accès libre et gratuit aux publications (rapports annuels sur la sûreté nucléaire et la radioprotection en France, numéros des revues *Les Cahiers de l'ASN*)

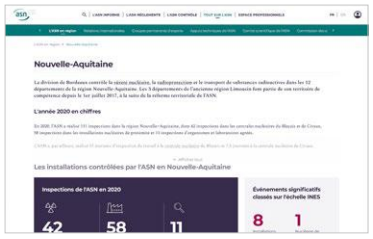
Une actualité relayée sur les réseaux sociaux

Parcours utilisateurs : 3 exemples concrets

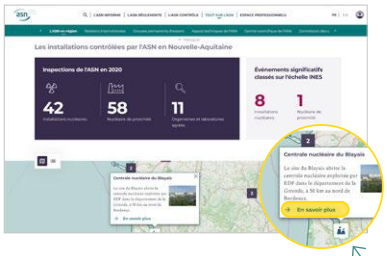
Je déménage près de la centrale nucléaire du Blayais
et je souhaite m'informer sur l'actualité du site en exploitation.



1 **J'accède à la carte des activités contrôlées par l'ASN** en bas de la page d'accueil. (je clique sur la région Nouvelle-Aquitaine, à droite, dans les filtres proposés).



2 **Des informations relatives à la région sélectionnée** (Nouvelle-Aquitaine) apparaissent : chiffres clés, actualités, sujets connexes.

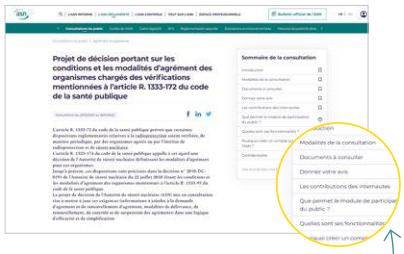


3 **En cliquant sur l'icône** de la centrale du Blayais dans la carte, une fenêtre apparaît avec un descriptif de l'installation. En cliquant sur **« En savoir plus »**, toutes les informations relatives à l'installation sont disponibles.

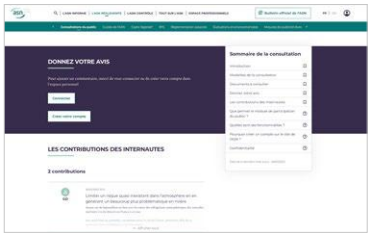
Je souhaite contribuer aux décisions en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Comment donner mon avis sur les projets de décisions de l'ASN ?



1 Sur la page d'accueil, je me rends sur **« Consultations du public »** et sélectionne la consultation visée.



2 Le menu de droite **donne accès à toutes les informations utiles liées à la consultation** (modalités, documents à consulter, contributions des internautes, FAQ, etc.).

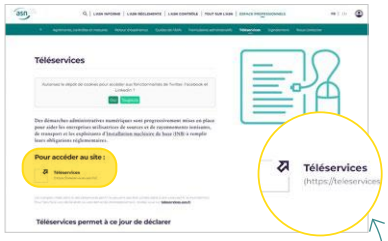


3 En bas de page, **je créé mon compte**, pour saisir facilement ma contribution (avec la possibilité de joindre des fichiers).

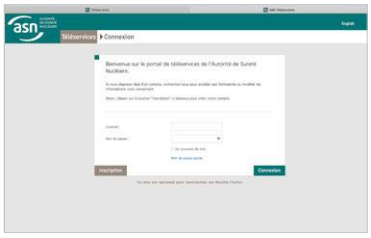
Je veux déclarer auprès de l'ASN l'utilisation de radionucléides (produits ou dispositifs en contenant). Comment dois-je procéder ?



1 Sur la page d'accueil, je clique sur **« Téléservices »**, l'interface centralisée des déclarations.



2 **Un lien d'accès est disponible** pour accéder au **portail de téléservices**.



3 **Je peux remplir un formulaire d'inscription ou de connexion** pour accomplir mes démarches administratives.



Bulletins *La sécurité du patient* publiés en septembre et octobre 2021

Le guide *Principales dispositions réglementaires de radioprotection applicables en radiologie médicale et dentaire* a été entièrement mis à jour en octobre 2021 afin de favoriser l'appropriation des exigences applicables par les responsables d'activité médicale, leurs personnes compétentes en radioprotection et leurs physiciens médicaux.

Toujours dans le domaine médical, une plaquette *Assurance de la qualité pour les actes thérapeutiques mettant en œuvre des rayonnements ionisants* accompagne l'entrée en vigueur de la décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN en radiothérapie externe, curiethérapie, médecine nucléaire à finalité thérapeutique et en radiochirurgie.

En raison de la pandémie, les rencontres du secteur médical et de la radioprotection auxquelles participe habituellement l'ASN ont été reportées ou virtualisées. En revanche, l'ASN a pu rencontrer les professionnels de la radiologie lors des Journées françaises de radiologie, organisées pour la première fois en mode hybride en octobre 2021.

1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne

Les démarches réglementaires font progressivement leur mue numérique sur le portail *teleservices.asn.fr*. L'ASN tend ainsi à faciliter les démarches des professionnels, ce qui participe de la culture de sûreté. Douze formulaires de déclaration étaient déjà disponibles (dont les déclarations de détention d'appareils et de sources et les déclarations des événements de transport de marchandises dangereuses). Depuis le 1er juillet 2021, l'entrée en vigueur du nouveau régime d'autorisation simplifié – le régime d'enregistrement – s'est accompagné de la mise en ligne de 12 nouveaux formulaires de demande d'enregistrement proposés aux responsables d'activités nucléaires dans les domaines industriel, médical, vétérinaire et de recherche. L'ASN a ainsi pu permettre une démarche dématérialisée dès l'entrée en vigueur des nouvelles réglementations.

1.2.3 Un bulletin pour partager les bonnes pratiques

Le bulletin *La Sécurité du patient – Pour une dynamique de progrès* a été créé en mars 2011 pour restituer les enseignements des événements significatifs en radioprotection aux professionnels. Il alterne depuis juillet 2019 des sujets consacrés à la radiothérapie, à l'imagerie médicale diagnostique (conventionnelle, scanner ou médecine nucléaire) et aux pratiques interventionnelles radioguidées. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection.

Deux numéros ont été publiés en 2021, *Rayonnements ionisants : limiter les expositions des femmes ignorant leur grossesse* (septembre) et *Le suivi des patients à la suite d'incidents de radiothérapie – Bilan des 10 ans de l'échelle ASN-SFRO* (octobre).

Trois événements ont fait l'objet d'une fiche « Retour d'expérience », *Blocage de la source radioactive lors d'une curiethérapie PDR* (février), *Erreur d'étalonnage d'un accélérateur linéaire de particules* (octobre) et en imagerie médicale *Installation d'un scanner avec technologie spectrale* (septembre).

Ces publications sont disponibles sur *asn.fr*.

1.3 L'ASN et les médias

L'ASN entretient des relations régulières avec les médias régionaux, nationaux et étrangers tout au long de l'année. Chaque année, les porte-parole de l'ASN répondent à plus de 500 sollicitations presse et donnent une vingtaine de conférences de presse locales et nationales. Pour la plupart d'entre elles, les demandes presse ont trait à des installations particulières. Certaines portent néanmoins sur des enjeux plus généraux : la poursuite de fonctionnement des réacteurs, les améliorations de sûreté, la gestion des déchets radioactifs, le démantèlement. L'ASN entretient également des relations avec la presse médicale sur les sujets de radioprotection des patients et des personnels soignants.

Lors de la publication chaque année de son *Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*, l'ASN va à la rencontre des journalistes de la presse régionale. En 2021, en raison de la pandémie, l'ASN a eu recours à des visioconférences régionales qui ont eu lieu de fin mai à mi-septembre et ont rassemblé 80 journalistes.

Lors de ces rencontres, les divisions territoriales de l'ASN rendent compte de l'appréciation de l'ASN sur la sûreté des installations situées dans les territoires. L'actualité régionale dans le domaine de la radioprotection est abordée, celle-ci pouvant concerner le

LES SUJETS AU CŒUR DE L'ATTENTION DES MÉDIAS

En 2021, certains sujets ont plus spécialement suscité l'attention des médias et de l'opinion publique : le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville, le 4e réexamen périodique des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe), la position de l'ASN sur la démarche d'exclusion de rupture du réacteur EPR 2, les améliorations de sûreté apportées au parc nucléaire français à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'incident survenu sur l'EPR de Taishan en Chine.

L'année 2021 a également été marquée par la poursuite de la pandémie de Covid-19. De nombreuses questions ont été posées sur l'état de la sûreté des installations nucléaires et l'organisation mise en place par l'ASN pour les contrôler. Les journalistes sont restés par ailleurs vigilants au sujet des anomalies des soudures de certains équipements nucléaires, annoncés par EDF en 2018-2019. Les anomalies des soudures de traversées de l'EPR de Flamanville ont en particulier fait l'objet de nombreux échanges avec la presse. Les incidents survenus sur certains sites nucléaires (Penly, Flamanville, Golfech, Bugey) ont également intéressé les médias locaux.

Concernant l'actualité du secteur médical, la presse s'est plus particulièrement intéressée à l'optimisation des doses, notamment dans le domaine de la médecine nucléaire, et à l'exposition au radon.

domaine médical, industriel, les sites pollués par des substances radioactives, l'exposition de la population au radon, les anciens sites miniers, etc.

Enfin, l'ASN a une mission d'information du public en situation d'urgence[1]. Afin de s'y préparer, les agents de l'ASN reçoivent des formations spécifiques et participent à des exercices de crise. Chaque année, des exercices de crise comportent une pression médiatique simulée, exercée par des journalistes, destinée à tester la réactivité de l'ASN face aux médias, ainsi que la cohérence et la qualité des messages délivrés par les différents acteurs aux plans national et local (voir chapitre 4).

1.4 Les relations de l'ASN avec les élus et les institutionnels

Chaque année, l'ASN présente à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques le présent *Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*. Ce rapport, qui constitue le document de référence sur l'état des activités contrôlées par l'ASN, est également remis au président de la République, au Gouvernement et au Parlement. Il est envoyé à plus de 2 000 destinataires : responsables d'administration, élus locaux, exploitants et responsables d'activités ou d'installations contrôlées, associations, syndicats professionnels, sociétés savantes, etc.

Chaque année, l'ASN est auditionnée une dizaine de fois par le Parlement sur son activité, sur des sujets relatifs à la sûreté nucléaire et la radioprotection et dans le cadre du projet de loi de finances. L'ASN entretient également des relations régulières avec les élus nationaux et locaux, et leur apporte conseil et soutien à leur demande.

1.5 La coopération internationale dans le domaine de la communication

L'ASN s'investit au plan international pour favoriser le retour d'expérience et le partage des meilleures pratiques en matière d'information du public. L'ASN participe au groupe de travail sur la transparence du Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European nuclear safety regulators group* – ENSREG) ; elle prend régulièrement part aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). L'ASN assure actuellement la présidence du *Working group on public communication* (groupe de travail sur la communication avec le public) de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN).

2 // Renforcer le droit à l'information et la participation du public

L'ASN applique, avec une grande vigilance, l'ensemble des dispositions législatives et réglementaires relatives à la transparence et l'accès des publics à l'information. Elle veille également à leur application par les exploitants soumis à son contrôle ; elle s'attache à faciliter les échanges entre les différentes parties prenantes.

2.1 L'information donnée par les exploitants

Les principaux exploitants d'activités nucléaires mettent en œuvre des politiques volontaires d'information du public. Ils sont, en outre, soumis à des obligations légales générales, comme le rapport sur l'environnement prévu par le code du commerce pour les sociétés par actions, ou à des obligations spécifiques au domaine nucléaire précisées ci-après.

Le rapport annuel d'information du public établi par les exploitants d'INB

Tout exploitant d'INB doit établir chaque année un rapport portant notamment sur sa situation et les actions qu'il mène en matière de prévention des risques pour la santé publique et l'environnement[2]. La rédaction de ces rapports a fait l'objet de recommandations dans le Guide n° 3 de l'ASN. Les rapports font souvent l'objet d'une présentation en commission locale d'information (CLI) (voir point 2.3.4).

L'accès aux informations détenues par les exploitants

Depuis l'entrée en vigueur de la loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN »), le domaine nucléaire bénéficie d'un dispositif favorisant l'accès du public aux informations.

En application du code de l'environnement, les exploitants doivent communiquer à toute personne qui en fait la demande les informations qu'ils détiennent sur les risques que leur activité présente pour la santé publique et l'environnement et sur les actions menées pour prévenir ou réduire ces risques.

Ce droit à l'information sur les risques concerne également les responsables du transport de substances radioactives dès lors que les quantités sont supérieures aux seuils fixés dans la loi.

La Commission d'accès aux documents administratifs

En cas de refus de l'exploitant de communication d'un document, le demandeur peut saisir la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA), autorité administrative indépendante. Si l'avis de la CADA n'est pas suivi, le litige peut être porté devant la juridiction administrative, qui statuerait sur la communicabilité de l'information en cause.

L'ASN est particulièrement attentive à l'application de ce droit à l'information, dans le respect de la protection des intérêts prévue par la loi (sécurité, secret des affaires, etc.).

2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

La loi TECV a institué une obligation d'information régulière des riverains d'une INB sur la nature des risques d'accident liés à cette installation, sur les conséquences envisagées de tels accidents, sur les mesures de sécurité prévues et sur la conduite à tenir en cas d'accident. Cette information est assurée aux frais de l'exploitant.

2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions

L'article 7 de la Charte de l'environnement consacre le droit, pour toute personne, de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. Cette disposition est applicable à une part importante des décisions prises par l'ASN ou pour lesquelles elle intervient en formulant des avis (projets de décrets et d'arrêtés pris par le Gouvernement notamment).

En 2021, ce sont 91 projets de guides, d'avis ou de décisions, qui ont ainsi été soumis à la consultation du public, parmi lesquels celui portant sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de 40 ans.

1. *Selon l'article L. 592-32 du code de l'environnement.*
2. *Voir l'article L. 121-15 du code de l'environnement.*

CONSULTATIONS, MODE D'EMPLOI

La procédure de participation du public consiste en une mise à disposition du projet de décision réglementaire sur le site pendant au moins 21 jours afin de recueillir les commentaires du public.

La liste indicative des consultations programmées sur les projets de décisions réglementaires et de guides ayant une incidence sur l'environnement est mise à jour tous les trois mois sur *asn.fr*.

Une synthèse des observations reçues précisant comment il en a été tenu compte et un document exposant les motifs de la décision sont publiés sur *asn.fr* au plus tard à la date de publication de la décision.

2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

L'article L. 123-19-1 du code de l'environnement prévoit une procédure de consultation par Internet du public sur les projets de décisions autres que les décisions individuelles ayant une incidence sur l'environnement.

L'ASN a décidé d'en faire une application large. Ainsi, tous les projets de décisions réglementaires de l'ASN relatives aux INB – y compris celles afférentes aux équipements sous pression nucléaires – sont considérés comme ayant une incidence sur l'environnement et sont donc soumis à la participation du public. La même approche est retenue pour les décisions réglementaires relatives au transport de substances radioactives prises par l'ASN.

Les décisions réglementaires de l'ASN en matière de radioprotection sont également soumises à la participation du public lorsqu'elles portent sur des activités ayant des rejets significatifs dans l'environnement, produisant une quantité significative de déchets, pouvant être à l'origine de nuisances importantes pour le voisinage, ou représentant un risque pour les riverains et les milieux environnants en cas d'accident.

Enfin, l'ASN applique cette même procédure à certains projets de guides et certains projets d'avis, bien qu'ils n'aient pas de caractère réglementaire.

Au cours de l'année 2021, huit consultations ont porté sur des projets de décisions réglementaires.

2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

Les décisions individuelles[3] en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection peuvent faire l'objet de plusieurs procédures de consultation du public présentées ci-dessous.

L'enquête publique

En application du code de l'environnement, les demandes d'autorisation de création et les dossiers de démantèlement d'une INB font l'objet d'une enquête publique[4]. Le dossier mis à enquête publique comporte notamment l'étude d'impact et l'étude de maîtrise des risques. Celle-ci présente, sous une forme accessible, l'inventaire des risques du projet d'installation et l'analyse des dispositions prises pour les prévenir. Cette étude comprend également un résumé non technique destiné à faciliter la prise de connaissance par le public des informations qu'elle contient.

Depuis 2017, le dossier d'enquête publique est consultable en ligne pendant toute la durée de l'enquête et mis à disposition sur support papier dans un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête. Le rapport préliminaire de sûreté (document plus technique) ne figure pas dans le dossier d'enquête publique, mais peut être consulté pendant toute la durée selon les modalités fixées par l'arrêté organisant l'enquête.

La loi TECV a introduit une disposition soumettant à enquête publique « *les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens au-delà de la 35e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire* ». Ce dispositif est particulier puisque l'enquête publique ne porte pas sur la poursuite du fonctionnement d'un réacteur électronucléaire en tant que telle, mais sur le caractère suffisant de l'ensemble des « dispositions proposées par l'exploitant » dont la finalité même doit viser à réduire les incidences sur l'environnement de l'installation dans la perspective de la poursuite de son fonctionnement. Le décret n° 2021-903 du 7 juillet 2021 fixe les modalités nécessaires à la mise en œuvre de cette enquête publique, notamment pour favoriser l'effectivité de la participation du public en lui permettant d'apprécier les améliorations de sûreté déjà mises en œuvre et prévues par l'exploitant dans le cadre de la poursuite de fonctionnement de son installation (à titre d'exemple, voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport).

La mise à disposition des projets sur *asn.fr*

Les décisions individuelles non soumises à enquête publique et susceptibles d'avoir un effet significatif sur l'environnement (comme les projets de décisions relatifs aux prélèvements d'eau ou de rejets) font l'objet d'une consultation sur Internet en application de l'article L. 123-19-2 du code de l'environnement.

Au cours de l'année 2021, 32 consultations ont porté sur des projets de décisions individuelles concernant les INB et le transport de substances radioactives et 48 ont concerné le nucléaire de proximité.

2.3.3 Consultation d'instances particulières

Les procédures d'autorisation des INB prévoient également de recueillir l'avis de l'autorité environnementale et des collectivités territoriales et de leurs groupements intéressés par le projet, ainsi que de la commission locale information (CLI) (voir point 2.4.3). Les CLI ont en outre la possibilité d'être entendues par le collège de l'ASN, avant que ce dernier ne rende son avis sur le projet de décret d'autorisation qui lui est soumis par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La CLI est consultée sur les projets de prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents dans le milieu ambiant et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement. Le préfet transmet, pour information, le projet de prescriptions et le rapport de présentation au conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (Coderst). Il peut également solliciter l'avis de ce conseil sur le projet de prescriptions.

2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

L'ASN veille à ce que ces consultations permettent au public et aux associations intéressées d'apporter leur contribution, notamment en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI pour émettre un avis sur ces dossiers.

3. *Décision qui s'applique à un exploitant pour une installation donnée.*
4. *En application des dispositions de l'article L. 593-8 ou L. 593-28 du code de l'environnement.*

LE CADRE DE FONCTIONNEMENT DES COMMISSIONS LOCALES D'INFORMATION ET DES COMMISSIONS DE SUIVI DE SITE

Les CLI, dont la création incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés, membres du Parlement élus dans le département, représentants d'associations de protection de l'environnement ou des intérêts économiques, d'organisations syndicales de salariés et des professions médicales, ainsi que des personnalités qualifiées. Les représentants des services de l'État, dont l'ASN, et ceux de l'exploitant participent de plein droit avec voix consultative aux travaux de la CLI.
La loi TECV a prévu la participation de membres étrangers dans les CLI des départements frontaliers. Les CLI sont présidées par le président du conseil départemental ou par un élu du département qu'il désigne à cet effet.
Elles reçoivent les informations nécessaires à leur mission de la part de l'exploitant, de l'ASN et des autres services de l'État. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement. À l'exception de l'installation Ionisos à Dagneux (Ain), tous les sites d'INB sont dotés d'une CLI.

Les CLI sont financées par les collectivités territoriales et par l'ASN qui consacre environ 1,25 million d'euros par an au soutien financier des CLI et de leur fédération nationale, l'Anccli. Dans le cadre de ses réflexions sur le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, l'ASN propose régulièrement au Gouvernement la mise en œuvre du dispositif, prévu par la loi du 13 juin 2006, d'abondement du budget des CLI à statut associatif (soit une dizaine) par un prélèvement sur la taxe INB.

Auprès des anciens sites nucléaires, des laboratoires de recherche ou des sites de traitement de déchets, des commissions de suivi des sites (CSS) remplacent progressivement les comités locaux d'information et de suivi (CLIS), en application du décret du 7 février 2012(*). Cadres d'échange et d'information sur les actions menées par les exploitants des installations visées, elles promeuvent l'information du public. Elles sont notamment tenues informées des incidents et accidents dont les installations sont l'objet, voire des projets de création, d'extension ou de modification des installations.

L'ASN est invitée aux comités de suivi des sites de défense ainsi qu'à ceux des anciens sites miniers.

(*) Pris en application de l'article L. 125-2-1 du code de l'environnement.

Les technologies numériques et les usages de participation citoyenne amènent l'ASN à faire évoluer le cadre de la consultation du public afin de permettre une participation efficace de celui-ci dans les processus de décision.

2.4 Les acteurs en matière d'information

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), créé par la loi TSN, est une instance d'information, de concertation et de débat sur les activités nucléaires, leur sûreté et leurs effets sur la santé des personnes et sur l'environnement. Il peut se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence.

Le HCTISN élabore et rend publics des avis. Il organise quatre réunions plénières par an au cours desquelles les sujets majeurs d'actualité sont présentés et discutés : l'ensemble des présentations est accessible sur *hctisn.fr*. Le président de l'ASN est membre du Haut Comité, l'ASN siège au bureau du HCTISN avec un rôle consultatif, participe à ses différents groupes de travail et apporte régulièrement des éléments d'information sur les sujets à l'ordre du jour des plénières.

En 2019, le HCTISN avait mis en place, avec le soutien de l'ASN, de l'IRSN, d'EDF et de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), la concertation sur la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe. Fin 2020, l'ensemble des acteurs de cette concertation a exposé la façon dont ils avaient pris en compte les contributions et attentes des publics recueillies en 2019. Tous les documents relatifs à cette concertation restent consultables sur le site *concertation.suretenucleaire.fr*.

2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'IRSN met en œuvre une politique d'information en cohérence avec le contrat d'objectifs et de performance signé avec l'État.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») a imposé à l'IRSN de rendre publics les avis qu'il remet aux autorités qui l'ont saisi. Ainsi, depuis mars 2016, l'IRSN publie bimensuellement sur son site Internet tous ses avis émis sur saisine de l'ASN. Ces avis constituent la synthèse de l'expertise réalisée par l'Institut en réponse à la demande de l'ASN. Sur les sujets de préoccupation, suscitant des interrogations du public ou des acteurs publics, l'ASN et l'IRSN veillent à une bonne coordination des prises de parole, afin de garantir une information cohérente, claire et consistante.

Par ailleurs, chaque année, l'IRSN rend publics les résultats de ses programmes de recherche et développement, à l'exclusion de ceux qui relèvent de la défense nationale.

Dans le cadre d'une saisine de l'ASN et après accord de celle-ci, l'IRSN peut solliciter la participation de publics avertis, de riverains, ou encore du grand public. L'Institut leur apporte alors une information complète et accessible, et recueille en retour leurs sujets de préoccupation et leurs questionnements, afin de les intégrer au travail d'expertise réalisé au profit de l'ASN.

2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi

Les CLI ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection. Elles analysent les effets des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement des installations du site autour duquel elles ont été constituées[5].

5. Le cadre de fonctionnement des CLI est défini par les articles L. 125-17 à L. 125-33 du code de l'environnement et par le décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 relatif aux CLI auprès des INB, et par décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire.



Table ronde, lors de la 33e conférence des CLI, avec les présidents de l'ASN et de l'Anccli

L'ASN considère que le bon fonctionnement des CLI contribue à la sûreté et entretient avec elles un dialogue de qualité. Elle veille à assurer une information des CLI la plus complète possible, y compris en participant aux réunions publiques. En partenariat avec l'Anccli, l'ASN favorise le fonctionnement en réseau des chargés de mission des CLI et dote les CLI des outils et de l'accompagnement nécessaires pour assurer une bonne information des publics « profanes ». À leur demande, les CLI ont été accompagnées par l'ASN : sur les sujets techniques, par des inspecteurs, et sur les problématiques de diffusion de l'information, par des responsables de communication. L'exposition ASN-IRSN est régulièrement mise à la disposition des CLI.

Les inspecteurs de l'ASN peuvent également proposer aux représentants des CLI de participer à des inspections[6]. Ils incitent les exploitants d'INB à faciliter l'accès des CLI aux dossiers des procédures dans lesquelles l'avis de la CLI sera requis, et favorisent l'association des CLI à la préparation des exercices de crise.

L'ASN considère que le développement d'une offre diversifiée d'expertise dans le domaine nucléaire est indispensable pour que les CLI puissent fonder leurs avis sur des expertises distinctes de celles réalisées pour le compte de l'exploitant ou de l'ASN. Avec son groupe d'experts scientifiques, l'Anccli appuie et soutient les CLI. En 2021, elle a répondu à plusieurs sollicitations par exemple au sujet du suivi du tritium dans la Loire (CLI du Val de Loire) et de la pollution des sols (CLI de Chinon). Certaines CLI s'adjoignent les compétences de prestataires extérieurs qui les conseillent sur les dossiers techniques sur lesquels elles souhaitent prendre position.

Les CLI et l'information des publics

Les CLI organisent des réunions plénières et mettent en place des commissions spécialisées. La loi TECV dispose que chaque CLI tienne au moins une réunion ouverte au public chaque année. L'ASN favorise les échanges de bonnes pratiques afin de faire de ces réunions publiques des temps d'échanges riches et des occasions de contribuer à la bonne information de la population.

La plupart des CLI disposent d'un site Internet ou de pages sur le site de la collectivité qui les soutient ; une vingtaine d'entre elles éditent une lettre d'information (parfois sous la forme d'encarts dans le bulletin d'une collectivité).

En 2021 comme en 2020, la conférence des CLI a été repensée pour pouvoir se tenir à distance. Elle a réuni 200 participants au moyen d'une plateforme numérique.

Au programme figuraient deux tables rondes sur les enjeux du démantèlement et la représentation du risque nucléaire.

2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information

L'article L. 125-32 du code de l'environnement prévoit la constitution d'une association des CLI (voir point 2.4.3), et le décret du 12 mars 2008 précise les missions de cette fédération. L'Anccli regroupe les 34 CLI françaises, ainsi que les 34 comités instaurés auprès des installations intéressant la défense. Elle dispose d'un comité scientifique et a mis en place cinq groupes permanents thématiques (« Matières et déchets radioactifs », « Post-accident – territoires », « Sûreté », « Démantèlement », « Santé »). Elle est également fortement impliquée dans les instances de dialogue et d'échanges mises en place par ses partenaires (HCTISN, ASN, IRSN, etc.).

6. Dans le cadre actuel, seuls les inspecteurs de l'ASN et les experts qui les accompagnent ont un droit d'accès aux installations opposable à l'exploitant. L'accord de ce dernier est donc nécessaire pour la participation d'observateurs des CLI lors des inspections.

Partenariat avec l'ASN

L'Anccli a des échanges réguliers avec l'ASN et participe à plusieurs de ses groupes de travail permanents ou occasionnels. L'Anccli favorise la montée en compétence technique des membres de CLI en organisant avec l'IRSN, dans le cadre des travaux d'expertise réalisés pour l'ASN, des séminaires thématiques. L'Anccli, avec l'ASN et l'IRSN, entretient un dialogue technique sur les sujets à fort enjeu et participe aux consultations publiques sur les questions nucléaires. Chaque année, l'ASN organise en coopération avec l'Anccli la conférence nationale des CLI (voir ci-contre).

L'activité de l'Anccli

L'Anccli anime le réseau des CLI qu'elle représente. En diffusant une veille régulière, des éléments de compréhension et des informations vulgarisées à destination du grand public, l'Anccli contribue à donner aux CLI les moyens d'assurer leurs missions d'information des publics. À l'écoute des CLI et en relation avec des sources d'expertise diversifiées, l'association conduit des réflexions nationales sur les questions de sûreté nucléaire, et répercute largement le fruit de ces travaux (positions de l'Anccli) tant dans les instances nationales ou européennes qu'auprès des élus locaux et publics des CLI.

1 Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales ..... P. 196

2 Le cadre européen des relations internationales de l'ASN ..... P. 197

2.1 Le traité Euratom et ses groupes de travail

2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires

2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs

2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection

2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)

2.6 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)

2.7 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)

2.8 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)

2.9 Les programmes d'assistance de la Commission européenne

3 Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN ..... P. 200

3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)

3.4 L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)

4 Les conventions internationales ..... P. 202

4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire

4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs

4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire

4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

5 Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN ..... P. 203

5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangères

5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

5.3 Les échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangères

6 Perspectives ..... P. 205





06

Les relations internationales

06

LES RELATIONS INTERNATIONALES

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'attache, dans les cadres de coopération bilatéraux, européens et multilatéraux auxquels elle participe, à promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux. Par ailleurs, l'ASN veille, dans ces cadres, à faire connaître les positions et doctrines françaises, et à tirer parti des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France et dans le monde.

Dans le cadre de son action, l'ASN propose au Gouvernement les positions françaises dans les négociations internationales relevant de son domaine de compétences et représente la France dans les instances internationales et communautaires du domaine.

1 // Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales

Le domaine international constitue un enjeu stratégique auquel l'ASN consacre une attention et des ressources particulières. L'action de l'ASN dans ce domaine vise à l'amélioration continue de la sûreté, en se fondant sur l'évolution des connaissances et le partage des pratiques, notamment en matière de contrôle. Cette action vise également à une harmonisation ambitieuse des exigences internationales en matière de sûreté et de radioprotection.

Les objectifs de l'ASN dans le domaine international s'articulent ainsi autour de quatre axes :

- promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux ;
- faire connaître les positions et la réglementation française et européenne à ses homologues ;
- susciter des travaux à l'échelle internationale sur les enjeux techniques prioritaires identifiés par l'ASN ;
- bénéficier des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

Pour atteindre ces objectifs, l'ASN entretient des relations bilatérales suivies avec beaucoup de pays. Elle participe également à de nombreux échanges multilatéraux au sein d'instances et d'organisations aux statuts variés que ce soit au plan européen avec, notamment, le Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group* – ENSREG) et l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators Association* – WENRA) ou, plus largement, au plan international avec, en particulier, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

À travers ses relations bilatérales, l'objectif de l'ASN est d'échanger avec ses homologues de manière directe, sur des sujets d'actualité ou sur des points particuliers de la réglementation ou du contrôle. Ces échanges sont l'occasion pour l'ASN de partager son expérience et de comparer ses positions et ses pratiques dans le but de progresser. Ils nourrissent d'un éclairage extérieur les prises de position, les questions techniques ou d'acceptabilité sociétale et permettent d'alimenter les débats nationaux et de consolider les décisions. Ils permettent également à l'ASN d'être directement informée de la situation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection chez ses homologues. À ce titre, les relations qu'entretient l'ASN avec ses homologues des pays limitrophes présentent un intérêt particulier. Ces échanges sont en outre essentiels dans la gestion des situations d'urgence.

L'Europe constitue ensuite pour l'ASN l'un des axes prioritaires de son action internationale. L'objectif de l'ASN est de contribuer à la mutualisation, l'harmonisation et l'amélioration de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Dans les cercles associatifs ou communautaires européens, l'ASN a pour ambition de partager sa vision des enjeux prioritaires en matière de sûreté, de confronter ses analyses et d'échanger sur les pratiques en cours chez ses homologues afin de contribuer à établir et maintenir, au plan européen, un haut niveau d'exigence en matière de sûreté et de radioprotection pouvant s'appuyer sur des référentiels et doctrines établis de manière harmonisée et concertée.

Enfin, l'ASN a pour objectif que les bonnes pratiques et la réglementation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection soient partagées au-delà de l'Europe. À ce titre, elle s'attache à ce que la doctrine européenne, qui promeut les plus hauts niveaux d'exigence, constitue à l'échelle mondiale une référence, notamment pour les pays porteurs de nouveaux modèles de réacteur et les pays accédant à l'énergie nucléaire. Ces échanges internationaux, qui s'inscrivent dans des cercles variés, permettent également à l'ASN de bénéficier des meilleures pratiques et de l'expérience internationale, contribuant ainsi au progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

Ainsi, l'ASN œuvre dans trois cadres principaux de coopération. Elle veille à maintenir une présence constante et équilibrée au sein de chacun d'entre eux, considérant que chacun est spécifique et que leur complémentarité contribue à l'objectif visé d'harmonisation et d'amélioration continue de la sûreté nucléaire.

2 // Le cadre européen des relations internationales de l'ASN

L'harmonisation européenne des principes et des normes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection a toujours été une priorité pour l'ASN. Dans ce contexte, l'ASN participe activement aux échanges entre autorités nationales de sûreté et de radioprotection des États membres.

2.1 Le traité Euratom et ses groupes de travail

Signé le 25 mars 1957, le traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) constitue le droit primaire du domaine et a permis le développement harmonisé de dispositions permettant un contrôle rigoureux de la sûreté et la sécurité nucléaires et la radioprotection. La Cour de justice de l'Union européenne (UE), considérant que les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection constituaient un ensemble non dissociable, a reconnu le principe de l'existence d'une compétence communautaire dans le domaine de la sûreté, comme dans celui de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé.

Des experts de l'ASN participent aux travaux des comités et des groupes de travail du traité Euratom :

- groupe d'experts de l'article 31 (normes de base en radioprotection) ;
- groupe d'experts de l'article 35 (vérification et suivi de la radioactivité dans l'environnement) ;
- groupe d'experts de l'article 36 (renseignements concernant le contrôle de la radioactivité dans l'environnement) ;
- groupe d'experts de l'article 37 (notifications relatives aux rejets d'effluents radioactifs).

Le groupe d'experts de l'article 31 s'est réuni à trois reprises à distance en 2021 : deux fois en juin et une fois en novembre. Il a pris connaissance des travaux de la Commission européenne, élaboré son programme de travail et rendu un avis sur le rapport du Centre commun de recherche de la Commission européenne intitulé « *Technical assessment of nuclear energy with respect to the 'do no significant harm' criteria of Regulation (EU) 2020/852 ('Taxonomy Regulation')* ».

Par ailleurs, un séminaire scientifique a été organisé en novembre 2021 pour faire le point sur les innovations dans le domaine de la dosimétrie « *Advances/Innovations in individual dosimetry* ».

Le groupe d'experts de l'article 37 s'est réuni à deux reprises à distance en 2021 (février et juin) pour aborder les questions liées au projet, respectivement, de construction de deux réacteurs EPR sur le site de Sizewell au Royaume-Uni et d'extension de la centrale nucléaire de Paks en Hongrie.

Par ailleurs, dans le cadre de l'article 35 du traité Euratom, des représentants de la Commission européenne se sont rendus du 14 au 16 décembre 2021 sur le site d'Orano à Malvesi pour effectuer une visite de vérification des dispositions mises en œuvre par la France pour la surveillance de la radioactivité de l'environnement autour de ce site nucléaire.

2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires

La directive 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009, révisée en 2014 à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, établit un cadre communautaire afin d'assurer la sûreté nucléaire au sein de la Communauté européenne de l'énergie atomique et à encourager les États membres à garantir un niveau élevé de sûreté nucléaire (voir rubrique « Réglementer » sur *asn.fr*).

Elle prévoit notamment des pouvoirs et une autonomie accrus pour les autorités nationales de sûreté, renforce les exigences en matière de transparence, fixe un objectif de sûreté ambitieux pour toute l'UE (issu des référentiels de sûreté produits par WENRA), établit un système européen d'examen par les pairs sur des thématiques de sûreté et requiert des réévaluations de sûreté tous les 10 ans. Elle renforce, en outre, les dispositions concernant l'éducation et la formation.

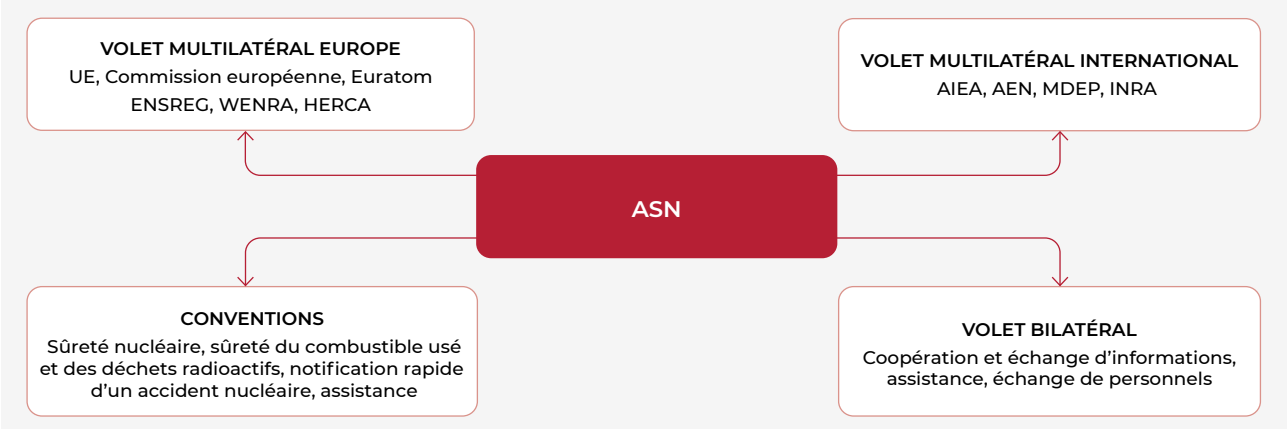
Cette directive et son amendement sont transposés dans le droit français.

Il est à noter que la législation européenne n'inscrit pas juridiquement l'indépendance institutionnelle des autorités de sûreté.

2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs

Le 19 juillet 2011, le Conseil de l'UE a adopté une directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs (directive 2011/70/Euratom). L'adoption de cette directive contribue au renforcement de la sûreté au sein de l'UE, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs combustibles usés et de leurs déchets radioactifs.

L'ACTION DE L'ASN SUR LA SCÈNE INTERNATIONALE



Cette directive est juridiquement contraignante et couvre tous les aspects de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, depuis leur production jusqu'au stockage à long terme.

Elle rappelle la responsabilité première des producteurs, et la responsabilité, en dernier ressort, de chaque État membre, d'assurer la gestion des déchets produits sur son territoire, en veillant à prendre les dispositions nécessaires pour garantir un niveau élevé de sûreté et pour protéger les travailleurs et le public des dangers des rayonnements ionisants.

Elle définit clairement les obligations relatives à la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et impose à chaque État membre de se doter d'un cadre juridique relatif aux questions de sûreté, prévoyant l'instauration :

- d'une autorité de contrôle compétente et bénéficiant d'un statut qui garantisse son indépendance vis-à-vis des producteurs de déchets ;
- de procédures d'autorisation impliquant des demandes d'autorisation instruites sur la base de démonstrations de sûreté des exploitants.

La directive encadre l'élaboration des politiques nationales de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs que doit mettre en œuvre chaque État membre. Elle prescrit notamment que chaque État membre doit être doté d'un cadre législatif et réglementaire visant à mettre en place des programmes nationaux de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

La directive contient également des dispositions sur la transparence et la participation du public, les ressources financières pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, la formation, ainsi que des obligations d'autoévaluation et d'examen régulier par les pairs du cadre national et de l'autorité de réglementation compétente. Ces aspects constituent des avancées majeures pour renforcer le caractère sûr et responsable de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans l'UE. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « TECV ») et l'ordonnance du 10 février 2016 ont permis d'assurer la transposition des dispositions de la directive dans le droit français.

2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection

La directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013 sur les normes de base en radioprotection s'applique à la justification, l'optimisation et la limitation des doses, au contrôle réglementaire, à la préparation aux situations d'urgence, à la formation et à d'autres domaines connexes (par exemple, le risque associé au radon, les matières radioactives d'origine naturelle et les matériaux de construction). Les modifications apportées en 2016 et 2018 aux codes de la défense, de l'environnement, de la santé publique et du travail ont permis d'assurer sa transposition dans le droit français.

2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)

Créé en 2008, l'ENSREG (*European Nuclear Safety Regulators Group*) rassemble des experts délégués par les pays membres de l'UE et a pour vocation de soutenir la Commission européenne dans ses initiatives en matière de législation dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ENSREG a ainsi fait émerger un consensus politique dans l'élaboration des directives européennes en matière de sûreté nucléaire et de gestion du combustible usé et des déchets. L'ENSREG a également participé au processus d'élaboration de la révision de la directive sur la sûreté nucléaire dans le prolongement de la réflexion menée après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

Trois groupes de travail, consacrés respectivement à la sûreté des installations nucléaires et la coopération internationale (WG1), à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé (WG2) et à la transparence dans le domaine nucléaire (WG3), structurent l'activité de l'ENSREG. L'ASN contribue aux travaux et réflexions de chacun d'entre eux.

L'ENSREG organise, conformément à la directive sûreté de 2014, des examens thématiques par les pairs européens. Le premier de ces exercices a porté sur la maîtrise du vieillissement des réacteurs nucléaires. Chacun des pays participants a tout d'abord rédigé un rapport national, examiné en 2018 par des experts nommés par les États membres. Cet examen a donné lieu à la rédaction d'un rapport sur les résultats génériques et d'un rapport sur les résultats spécifiques par pays. Sur cette base, les plans d'action nationaux établis par les pays ont été remis en septembre 2019. En 2021, des mises à jour ont été publiées. La France a, à cette occasion, publié son rapport de clôture. Le rapport national, le plan d'action national et le rapport de clôture pour la France sont disponibles sur *asn.fr*, en français et en anglais.

Les États membres ont débuté en 2020 leurs travaux relatifs au deuxième examen thématique par les pairs concernant la protection des installations nucléaires contre le risque lié à l'incendie. En 2021, les travaux se sont poursuivis, notamment avec la rédaction des termes de référence qui cadrent la revue par les pairs et de la spécification technique qui guide les pays pour la réalisation de leur autoévaluation présentée dans les rapports nationaux.

2.6 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)

ECURIE (*European Community Urgent Radiological Information Exchange*) est l'un des systèmes d'action rapide, mis en place par la Commission européenne, qui dispose d'un réseau d'échange d'informations permettant de recevoir et de déclencher une alerte, et de faire ainsi circuler rapidement les informations au sein de l'UE en cas d'urgence radioactive ou d'accident nucléaire majeur.

Ce système a été mis en place en 1987 par une décision du Conseil de l'UE du 14 décembre 1987 à la suite, notamment, de l'accident survenu à Tchernobyl (Ukraine) en 1986. Cette décision est entrée en vigueur le 21 mars 1988 et a été ratifiée par l'ensemble des États membres de l'UE ainsi que par certains pays tiers, tels que la Suisse et la Turquie.

2.7 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)

Créée en 1999 à l'initiative de l'ASN, WENRA (*Western European Nuclear Regulators Association*), présidée depuis novembre 2019 par Olivier Gupta, directeur général de l'ASN, est, à l'origine, l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest regroupant, à titre de membres, les chefs d'autorité de sûreté des pays européens dotés de réacteurs de production d'électricité. D'autres pays européens, ou grands pays non européens dotés de réacteurs de production d'électricité, participent aux activités de WENRA à titre d'observateurs ou de membres associés.

L'action de WENRA repose sur le partage d'expérience entre autorités de sûreté en vue de développer une approche commune et d'harmoniser les règles de sûreté pour les réacteurs, les installations de gestion des déchets et les réacteurs de recherche.

WENRA s'appuie ainsi sur trois groupes de travail, chacun compétent dans un domaine de la sûreté nucléaire :

- groupe de travail sur l'harmonisation de la sûreté des réacteurs (*Reactor Harmonisation Working Group* – RHWG) ;



Réunion plénière de WENRA à l'ASN – 14 octobre 2021

- groupe de travail sur les déchets radioactifs et le démantèlement (*Working Group on Radioactive Waste and Decommissioning* – WGWD) ;
- groupe de travail sur les réacteurs de recherche (*Working Group on Research Reactors* – WGRR).

Chacun de ces groupes a défini, par thème technique, des « niveaux de référence de sûreté » reposant sur les normes de sûreté les plus récentes, principalement issues de l'AIEA, et les approches les plus exigeantes mises en œuvre au sein de l'Union européenne en matière de sûreté nucléaire.

La mise en œuvre concrète de la stratégie définie par WENRA sur la période 2019-2023 se poursuit. En 2021, WENRA a organisé deux réunions plénières, la première à distance en avril et la seconde sur un modèle « hybride » à Montrouge en octobre.

Lors de ces réunions, les décisions suivantes ont été prises :
- approbation du programme de travail du WGRR pour la période 2021-2025 ;
- mise en place d'un groupe de travail sous pilotage de l'ASN dédié à la rédaction de la spécification technique du deuxième examen thématique par les pairs (voir ci-dessus) et validation des principes retenus en matière d'approche graduée et de prise en compte des niveaux de référence établis par WENRA pour conduire cet exercice ;
- octroi du statut d'observateur à l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (*Nuclear Regulatory Commission* – NRC), et de membre associé à son homologue canadienne (*Canadian Nuclear Safety Commission* – CNSC) ;
- mise en place d'un groupe de travail chargé d'explorer les modalités, les opportunités et les difficultés liées à un élargissement éventuel de l'association à d'autres pays ;
- confirmation du caractère applicable aux petits réacteurs modulaires, les *Small Modular Reactors* (SMRs), des objectifs de sûreté définis par WENRA en 2010 pour les nouveaux réacteurs, et de la nécessité que ces objectifs constituent un minimum à atteindre pour ce type de réacteurs, considérant leurs améliorations attendues en matière de sûreté.

2.8 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)

Dans le domaine de la radioprotection, HERCA (*Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities*), fondée également sous l'impulsion de l'ASN en 2007, est l'association regroupant les chefs des autorités européennes compétentes en radioprotection. Son objectif est de renforcer la coopération européenne en matière de radioprotection et l'harmonisation des pratiques nationales.

HERCA regroupe désormais 57 autorités de 32 pays européens comprenant les 27 pays membres de l'UE, l'Islande, la Norvège, le Royaume-Uni, la Serbie et la Suisse. Son secrétariat technique est assuré par l'ASN.

Six groupes d'experts travaillent actuellement sur les thèmes suivants :
- les pratiques et les sources dans les domaines industriel et de la recherche ;
- les applications médicales des rayonnements ionisants ;
- la préparation et la gestion des situations d'urgence ;
- les applications vétérinaires ;
- les sources de rayonnements d'origine naturelle ;
- l'éducation et la formation.

En 2021, l'association s'est réunie au cours de réunions plénières, à distance en juin et en mode « hybride » à Prague en décembre. Parmi les décisions majeures prises, on peut noter :
- le changement de présidence de l'association, désormais confiée à l'Autorité de sûreté nucléaire suédoise (SSM), et de vice-présidences, confiées au ministère de la Santé du Luxembourg et à l'ASN ;
- l'approbation de la nouvelle stratégie d'HERCA, à la définition de laquelle l'ASN a fortement contribué, avec comme axe principal le renforcement de la coopération entre les autorités compétentes en matière de radioprotection ;
- la volonté d'HERCA de participer activement au projet de refonte des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) en tant que partenaire privilégiée.

HERCA a également pour projet l'organisation de plusieurs séminaires, concernant notamment la mise en œuvre des plans nationaux en matière de gestion du risque lié au radon ou la mise en place des experts en radioprotection et des officiers de radioprotection appelée par la directive européenne sur les normes de base en radioprotection.

2.9 Les programmes d'assistance de la Commission européenne

Entre 2007 et 2021, les actions de l'UE sur le plan de l'assistance et de la coopération auprès de pays tiers en matière de sûreté nucléaire se sont poursuivies au titre de l'Instrument relatif à la coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN). En 2021, l'ASN a ainsi participé à un projet.

Un nouvel instrument européen concernant l'assistance et la coopération en matière de sûreté nucléaire (IESN) a été approuvé, le 27 mai 2021, par le Parlement européen. L'IESN prendra la place de l'instrument précédent. Entre la date d'approbation et le 31 décembre 2027, une enveloppe budgétaire de 300 millions d'euros est prévue.

Les objectifs du nouvel instrument IESN portent sur :
- la promotion et la mise en œuvre des normes les plus élevées en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection dans les installations nucléaires et pour les pratiques en radiologie des pays tiers ;
- la mise en place de cadres et méthodes pour l'application de contrôles efficaces des matières nucléaires dans des pays tiers ;
- l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies responsables concernant le stockage ultime du combustible usé, la gestion des déchets, le déclassement des installations et l'assainissement d'anciens sites nucléaires.

Ces instruments sont complétés par d'autres programmes internationaux d'assistance technique qui répondent à des résolutions prises par le G8 ou par l'AIEA pour améliorer la sûreté nucléaire dans les pays tiers et qui sont financés par les contributions d'états donateurs et de l'UE.

3 // Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN

Sur le plan multilatéral, la coopération se déroule, notamment, dans le cadre de l'AIEA, agence de l'Organisation des Nations unies (ONU) fondée en 1957, et de l'AEN créée en 1958. Ces deux agences constituent les deux organisations intergouvernementales les plus importantes dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

L'AIEA, organisation des Nations unies basée à Vienne, regroupe 173 États membres. L'AIEA organise ses activités autour de deux grands axes : l'un concerne le contrôle des matières nucléaires et de la non-prolifération, l'autre porte sur toutes les activités liées aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Dans ce dernier domaine, deux départements de l'AIEA sont respectivement en charge du développement et de la promotion des applications nucléaires, d'une part, et de la sûreté et la sécurité des installations et activités nucléaires, d'autre part.

Dans la continuité du plan d'action approuvé par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA en septembre 2011 et visant à renforcer la sûreté à l'échelle mondiale en prenant en compte les enseignements tirés de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'AIEA concentre notamment ses travaux sur deux domaines d'activité : les normes de sûreté et les missions d'examen par les pairs.

Normes de sûreté

Les normes de sûreté de l'AIEA décrivent les principes et pratiques de sûreté que la grande majorité des États membres utilisent comme base de leur réglementation nationale. Cette activité est supervisée par la Commission sur les normes de sûreté de l'AIEA (*Commission on Safety Standards* – CSS), mise en place en 1996. La CSS est composée de 24 représentants au plus haut niveau des autorités de sûreté, nommés pour quatre ans. Elle coordonne le travail de cinq comités chargés d'élaborer des documents dans leur domaine respectif : le NUSSC (*Nuclear Safety Standards Committee*) pour la sûreté des réacteurs, le RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*) pour la radioprotection, le TRANSSC (*Transport Safety Standards Committee*) pour la sûreté des transports de substances radioactives, le WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et l'EPReSC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*) pour la préparation et la coordination en cas de situation d'urgence radiologique. La France, représentée par l'ASN, est présente dans chacun de ces comités, qui se réunissent deux fois par an. Des représentants des divers organismes français concernés participent également aux groupes techniques qui rédigent ces documents. En 2021, des efforts significatifs ont été réalisés par l'AIEA afin de réduire les délais de publication des normes. Une priorisation des normes de sûreté à réviser ou établir durant la période 2022-2027 est en cours. Des travaux sont également menés afin d'identifier les adaptations éventuelles à mettre en place dans le corpus de normes pour la prise en compte des enjeux liés aux petits réacteurs modulaires.

Missions d'examen par les pairs

L'AIEA propose aux États membres des missions d'examen par les pairs dans le domaine de la sûreté. Ces services consistent en des missions d'experts organisées par l'AIEA dans les pays demandeurs. Chaque équipe d'auditeurs est constituée d'experts provenant d'autres pays membres et de l'AIEA. Ces audits s'établissent à partir du référentiel des normes de sûreté de l'AIEA. Plusieurs types d'audit sont proposés, notamment les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) consacrées au cadre réglementaire national de la sûreté nucléaire et au fonctionnement de l'autorité de sûreté, les missions Osart (*Operational Safety Review Team*) consacrées à la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, enfin, les missions ARTEMIS, dédiées aux programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé. Les résultats des audits sont formalisés dans un rapport transmis au pays demandeur et peuvent comprendre différents niveaux de recommandations ainsi que de reconnaissance de bonnes pratiques. Il appartient au pays demandeur de tenir compte des recommandations émises par les experts. Une mission de suivi dont le but est de constater l'état d'avancement de la prise en compte des recommandations est organisée entre 18 mois et 4 ans après la mission initiale, en fonction du type d'audit. L'actualité de l'ASN concernant ces missions est présentée ci-après.

Missions IRRS

Les missions IRRS portent sur l'analyse de tous les aspects du cadre régissant la sûreté nucléaire et l'activité d'une autorité de sûreté. L'ASN est favorable à la mise en œuvre de ces évaluations par les pairs à un rythme régulier et intègre leurs résultats dans sa démarche d'amélioration continue. On notera que les pays membres de l'UE sont déjà soumis, en application des dispositions de la directive 2009/71/Euratom modifiée en 2014, à des examens par les pairs périodiques et obligatoires de leur organisation générale en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Du fait de la situation sanitaire à l'échelle mondiale, très peu de missions IRRS ont pu se tenir en 2020 ; les missions auxquelles aurait dû participer l'ASN ont été reportées.

Par ailleurs, l'ASN a fait connaître à l'AIEA son souhait d'accueillir en France une mission IRRS sur le champ complet de ses activités au premier semestre 2024.

Missions Osart

En France, la réalisation de missions Osart, dédiées à la sûreté de l'exploitation des centrales nucléaires, est demandée par l'ASN à l'AIEA en coordination avec l'exploitant des centrales nucléaires, EDF.

Trois missions Osart se sont déroulées en France en 2021, respectivement dans les centrales nucléaires de Paluel, Belleville-sur-Loire et Flamanville (mission de suivi).

Les formations régionales et les missions d'assistance

L'ASN répond à des sollicitations du secrétariat de l'AIEA, en particulier pour participer à des formations régionales en radioprotection et à des missions d'assistance. Les bénéficiaires sont souvent des pays de culture francophone.

Par ailleurs, toujours sous l'égide de l'AIEA, l'ASN est aussi investie dans le RCF (*Regulatory Cooperation Forum*). Ce forum, créé en 2010, vise à mettre en contact les autorités de sûreté de pays primo-accédants dans le domaine nucléaire avec les autorités de sûreté de grands pays nucléaires, afin d'identifier leurs besoins et de coordonner le soutien à apporter, en veillant à ce que les principes fondamentaux en matière de sûreté nucléaire (indépendance du régulateur, cadre légal et réglementaire adapté, etc.) soient respectés.

En 2021, outre l'examen attentif de la situation des autorités de sûreté du Bangladesh, de Biélorussie, du Ghana, du Maroc et de la Pologne, le RCF a renforcé sa coopération avec l'UE (IESN) et avec des forums « régionaux » d'autorités de sûreté.

L'harmonisation des outils de communication

L'ASN participe au comité consultatif INES, instance composée d'experts dans l'évaluation du caractère significatif des événements en radioprotection et sûreté nucléaire, chargé de conseiller

l'AIEA et les représentants nationaux INES de pays membres sur l'utilisation de l'échelle INES (*International Nuclear and Radiological Event Scale*), et ses évolutions. Elle a été, à ce titre, fortement impliquée dans les travaux de révision du manuel de l'échelle INES récemment publié par l'AIEA, dont la précédente édition datait d'une dizaine d'années. En plus de mises à jour prenant en compte l'avancée des connaissances scientifiques, cette révision inclut aussi des lignes directrices pour la communication liée à l'utilisation de l'échelle, ainsi que pour son application lors d'une crise.

De manière générale, l'ASN s'investit fortement dans les différentes actions menées par l'AIEA en apportant un soutien significatif à certaines initiatives, notamment celles qui ont été développées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

La gestion des situations d'urgence nucléaire et radiologique

L'ASN participe aux travaux de l'AIEA visant à améliorer la notification et l'échange d'informations en cas de situation d'urgence radiologique.

Dans ce cadre, l'ASN participe aux exercices que l'AIEA organise pour tester les dispositions opérationnelles de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique appelés « exercices au titre des conventions » ou « exercices ConvEx ». Ces exercices, qui sont notamment conçus pour permettre à tous les participants d'acquérir une expérience pratique et de comprendre les procédures de préparation et de conduite de ces interventions, sont de trois types :

- les exercices ConvEx-1, destinés en particulier à tester les lignes de communication d'urgence établies avec les points de contact dans les États membres ;
- les exercices ConvEx-2, conçus pour tester des éléments particuliers du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence ainsi que les dispositions et outils d'évaluation et les pronostics dans les situations d'urgence ;
- les exercices ConvEx-3 visant à évaluer les dispositions d'intervention d'urgence et les moyens d'action en place pour faire face à une situation d'urgence grave pendant plusieurs jours.

En 2021, l'ASN a participé à un exercice de type ConvEx-3 (voir chapitre 4).

En outre, l'ASN collabore à la définition de la stratégie, des besoins et des moyens d'assistance internationale et au développement du réseau de réponse aux demandes d'assistance, le réseau RANET (*Response Assistance Network*).

3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

Créée en 1958, l'AEN regroupe aujourd'hui 38 pays membres parmi les pays les plus industrialisés. Son principal objectif est d'aider les pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire.

Au sein de l'AEN, l'ASN est notamment impliquée dans les travaux du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA). Elle participe également au Comité de radioprotection et de santé publique, au Comité de gestion des déchets radioactifs, au Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques ainsi qu'à plusieurs groupes de travail du Comité sur la sûreté des installations nucléaires.

Les différents comités de l'AEN coordonnent des groupes de travail auxquels prennent part les experts des pays membres. Au sein du CNRA, l'ASN contribue aux groupes de travail portant sur les pratiques en matière d'inspection, sur l'expérience acquise au cours de l'exploitation, sur la réglementation des nouveaux réacteurs, sur la culture de sûreté, sur les codes et les normes, ainsi que sur la communication publique des autorités de sûreté.

3.3 Le programme multinational d'évaluation des nouveaux modèles de réacteur (MDEP)

Le MDEP (*Multinational Design Evaluation Programme*) est une association d'autorités de sûreté créée en 2006 par l'ASN et la NRC. Le MDEP vise à partager l'expérience et les approches dans le domaine de l'évaluation réglementaire de nouveaux modèles de réacteurs pour contribuer à une harmonisation des normes de sûreté et de leur mise en œuvre.

Les membres du programme

Avec l'intégration de l'Argentine en 2017, le MDEP regroupe actuellement 16 autorités de sûreté nationales : AERB (Inde), ARN (Argentine), ASN (France), CCSN (Canada), FANR (Émirats arabes unis), HAEA (Hongrie), NNR (Afrique du Sud), NNSA (Chine), NRA (Japon), NRC (États-Unis), NSSC (Corée du Sud), ONR (Royaume-Uni), *Rostechnadzor* (Russie), SSM (Suède), STUK (Finlande), NDK (Turquie).

L'organisation

Définies par un comité stratégique, les orientations des travaux menés au sein du MDEP sont mises en œuvre par un comité de direction technique, présidé depuis 2014 par un directeur général adjoint de l'ASN. Les travaux sont réalisés au sein de groupes de travail dédiés aux principales conceptions de réacteurs nucléaires actuellement en construction dans le monde : l'EPR de Framatome, l'AP-1000 de l'américain Westinghouse, l'APR-1400 coréen, le VVER russe et le HPR-1000 (Hualong) chinois. Un groupe de travail transverse porte sur l'inspection des fournisseurs de composants nucléaires (*Vendor Inspection Cooperation Working Group* – VICWG).

Chacun des groupes dédiés à un modèle de réacteur réunit les autorités de sûreté des pays réalisant ou envisageant la construction de réacteurs de ce type. Le groupe EPR auquel participe l'ASN réunit les autorités du Royaume-Uni, de la Finlande, de la Chine, de l'Inde et de la Suède.

Les activités en 2021 et la clôture du programme

En 2021, les membres du programme et son secrétariat technique, l'AEN, constatant la fin des travaux relatifs à plusieurs modèles de réacteurs, ont organisé la transition vers un programme réduit du MDEP à partir de 2022. En effet, huit des seize membres, dont l'ASN, se sont retirés du MDEP en 2021. Les modalités de la poursuite de la coopération internationale à partir de 2022 dans le domaine de l'exploitation des réacteurs EPR se poursuivra entre les autorités de sûreté concernées hors du MDEP dans un cadre administratif *ad hoc*.

Par ailleurs, en 2021, les activités sur l'inspection des fournisseurs de composants nucléaires ont été transférées au comité CNRA de l'AEN.

3.4 L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)

L'association INRA (*International Nuclear Regulators Association*) regroupe les dirigeants des autorités d'Allemagne, du Canada, de Corée du Sud, d'Espagne, des États-Unis, de France, du Japon, du Royaume-Uni et de Suède. Cette association permet des échanges réguliers et informels sur les actualités de ces différents pays et sur les prises de position relatives à des enjeux internationaux communs. Elle se réunit deux fois par an dans le pays qui en assure la présidence, chaque pays l'assurant pendant un an à tour de rôle.

En 2021, quatre réunions ont eu lieu. Les trois premières, organisées à distance, ont permis aux membres de l'association d'échanger sur l'actualité nationale, la gestion et les conséquences, au plan de la sûreté, de la pandémie liée à la Covid-19, la culture de sûreté et l'amélioration de l'efficacité des régulateurs. Lors de la réunion de septembre, organisée en marge de la Conférence générale de l'AIEA en présentiel, la situation du site de Fukushima et l'innovation dans le secteur nucléaire ont été largement abordées.

4 // Les conventions internationales

L'ASN assure le rôle de point de contact national et d'autorité compétente pour les deux conventions de sûreté nucléaire qui ont trait respectivement aux centrales nucléaires (Convention sur la sûreté nucléaire) et au combustible usé et aux déchets radioactifs (Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs). De plus, l'ASN est l'autorité compétente pour les deux conventions dédiées à la gestion transfrontalière des conséquences d'éventuels accidents (la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique).

4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire

La Convention sur la sûreté nucléaire a été l'un des résultats de discussions internationales engagées en 1992 dans le but de contribuer à maintenir un niveau élevé de sûreté nucléaire dans le monde.

Cette convention fixe un certain nombre d'objectifs en matière de sûreté nucléaire et définit des mesures visant à les atteindre. Signée par la France en 1994, la Convention sur la sûreté nucléaire est entrée en vigueur le 24 octobre 1996. Elle compte 91 parties contractantes à la fin 2021.

Les objectifs de la convention sont d'atteindre et maintenir un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, d'établir et de maintenir, dans les installations nucléaires, des défenses efficaces contre les risques radiologiques potentiels et de prévenir les accidents pouvant avoir des conséquences radiologiques et de limiter leurs conséquences. Les domaines abordés par la convention font partie depuis longtemps de la démarche française de sûreté nucléaire.

En 2015, les parties contractantes à la convention, prenant acte des enseignements de l'accident de la centrale de Fukushima, ont adopté la déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire. Cette déclaration, qui reprend largement les principes de la directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires, fixe des objectifs de sûreté nucléaire précis et ambitieux visant à prévenir les accidents nucléaires dans le monde et, en cas d'accident, d'en limiter les conséquences radiologiques.

La convention prévoit l'organisation triennale de réunions d'examen des parties contractantes destinées à développer la coopération et les échanges d'expérience.

En tant qu'autorité compétente, l'ASN coordonne la participation française à cet exercice triennal d'examen par les pairs, en étroite relation avec les partenaires institutionnels et industriels concernés. Ce travail de coordination concerne l'élaboration du rapport national, l'analyse des rapports des autres parties contractantes et la participation aux réunions d'examen.

En raison de la pandémie, la réunion d'examen n'a pu se tenir en mars 2020 ; elle a été reportée en 2023 sous la forme d'une réunion d'examen commune aux 8e et 9e cycles.

4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs

La Convention commune est l'analogue de la Convention sur la sûreté nucléaire pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs issus des activités nucléaires civiles. La France l'a signée le 29 septembre 1997, et elle est entrée en vigueur le 18 juin 2001. Cette convention compte 87 parties contractantes à la fin 2021. Comme la convention sur la sûreté nucléaire, elle est basée sur un mécanisme d'examen par les pairs comprenant la remise par chaque partie contractante d'un rapport national triennal, soumis à l'examen des autres parties contractantes, ainsi que la tenue d'une réunion d'examen des parties contractantes.

Le rapport français, dont l'élaboration est coordonnée par l'ASN, a été remis à l'AIEA en octobre 2020 et est publié sur le site Internet de l'ASN. En 2021, ce travail a consisté en l'analyse des rapports étrangers pour la préparation de la participation française à la 7e réunion d'examen de la convention commune.

En raison de la pandémie, la 7e réunion d'examen de la convention commune prévue en mai 2021 a été reportée à l'été 2022.

4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire

La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire est entrée en vigueur le 27 octobre 1986, six mois après l'accident de Tchernobyl, et compte 131 parties contractantes à fin 2021.

Les parties contractantes s'engagent à informer, dans les délais les plus rapides, la communauté internationale de tout accident ayant entraîné une dispersion de substances radioactives incontrôlée dans l'environnement, susceptible d'affecter un État voisin. À cette fin, l'AIEA propose aux États membres un outil permettant la notification et l'assistance en cas d'urgence radiologique. L'ASN a contribué activement à l'élaboration de cet outil, USIE (*Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies*), présent au centre d'urgence de l'ASN et testé à chaque exercice.

La directive interministérielle du 30 mai 2005 précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente. Il appartient ainsi à l'ASN de notifier les événements sans délai aux institutions internationales, de fournir rapidement les informations pertinentes sur la situation, en particulier aux pays frontaliers pour leur permettre de prendre les mesures nécessaires de protection des populations, et enfin de fournir aux ministres concernés une copie des notifications et des informations transmises ou reçues.

4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique est entrée en vigueur le 26 février 1987 et compte 124 parties contractantes à fin 2021.

Son objectif est de faciliter les coopérations entre les pays dans le cas où l'un d'entre eux serait affecté par un accident ayant des conséquences radiologiques. Cette convention a déjà été mise en œuvre à plusieurs reprises à l'occasion d'accidents d'irradiation dus à des sources radioactives abandonnées. En particulier, la France a déjà pris en charge le traitement, par des services médicaux spécialisés, de victimes de tels accidents.

5 // Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN

L'ASN collabore avec une vingtaine d'autorités de sûreté étrangères dans le cadre d'accords bilatéraux. Ces accords sont dans la plupart des cas des arrangements administratifs bilatéraux, mais ils font parfois partie d'accords gouvernementaux plus larges (cas de l'Allemagne, de la Suisse, de la Belgique et du Luxembourg).

Les pays avec lesquels l'ASN entretient des relations privilégiées sont, d'une part, les pays limitrophes, en particulier ceux dont la frontière est située à proximité d'une installation nucléaire française et, d'autre part, les grands pays nucléaires et ceux disposant de technologies nucléaires françaises.

Ces relations permettent des échanges d'information au niveau stratégique. C'est notamment le cas lors de réunions de haut niveau, au cours desquelles les points de doctrine et l'actualité de chaque autorité (évolutions organisationnelles et réglementaires, événements, retour d'expérience, etc.) sont abordés. Elles permettent également des échanges d'information aux niveaux technique et opérationnel. En particulier, la comparaison de pratiques peut être approfondie lors d'ateliers thématiques ou d'observations croisées d'inspection afin de mettre en exergue des pratiques dont l'ASN peut s'inspirer.

La pandémie n'a pas épargné les échanges bilatéraux en 2021. L'ASN et ses homologues ont néanmoins réussi à maintenir une dynamique dans leurs relations, en valorisant au mieux les réunions à distance sur la première partie de l'année, et les réunions en mode « hybride » ou présentiel par la suite.

Si le retour d'expérience de la situation sanitaire a été un sujet d'échange régulier, de nombreux autres thèmes ont été abordés tout au long de l'année par l'ASN et ses homologues, tels les quatrièmes réexamens périodiques de sûreté des réacteurs, le démantèlement, la gestion des déchets radioactifs, la culture de précaution, les réacteurs modulaires, la gestion des situations d'urgence, la transformation des régulateurs.

5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangères

AFRIQUE DU SUD

Le 18 novembre 2021 s'est tenue à distance une réunion technique entre l'ASN et son homologue sud-africaine (*National Nuclear Regulator* – NNR) sur la prolongation de la durée de vie des réacteurs. La NNR était particulièrement intéressée par le retour d'expérience français sur le 4e réexamen périodique des réacteurs 900 mégawatts électriques (MWe) en vue de l'instruction à venir du dossier de réexamen des deux réacteurs de la centrale de Koeberg.

ALLEMAGNE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-allemande (CFA/DFK) implique plusieurs autorités compétentes tant au niveau national que local. À l'échelle de l'ASN, les services centraux et la division de Strasbourg sont concernés. En complément des réunions plénières de cette commission, deux groupes de travail se réunissent régulièrement, l'un dédié à la sûreté des centrales nucléaires situées en zone frontalière, l'autre à la gestion des situations d'urgence.

En 2021, la commission et ses groupes de travail se sont réunis **les 9 juin, 24 septembre et 6 décembre**, à distance. La réunion plénière de la commission, en format réduit, a été l'occasion de présenter l'évolution de la situation dans chacun des deux pays, comme le 4e réexamen des réacteurs de 900 MWe, la situation des centrales nucléaires près de la frontière franco-allemande ou l'évolution de la réglementation. Un atelier franco-allemand sur la thématique du démantèlement s'est également tenu les **22 et 26 novembre** à distance. Organisé par l'Allemagne et ouvert également à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), cet atelier a permis des échanges nourris sur l'expérience du démantèlement en Allemagne et le rôle des autorités dans ce domaine. L'atelier a été particulièrement bien accueilli par les participants français.

BELGIQUE

L'ASN coopère sur l'ensemble des sujets de son domaine de compétence avec son homologue belge, l'AFCN (Agence fédérale de contrôle nucléaire). Cela se traduit par des actions de coopération tant au niveau national que local, avec certaines divisions de l'ASN. Le comité directeur franco-belge n'a pas pu se réunir en 2021. Deux réunions techniques sur la sûreté des centrales nucléaires, la gestion des déchets et le démantèlement ont cependant pu être organisées virtuellement le **17 et le 18 mars 2021**.

CANADA

Le 29 janvier et 4 juin 2021 se sont tenues à distance des réunions techniques sur la transformation numérique et le recours à l'intelligence artificielle durant lesquelles l'ASN et ses homologues américaine (NRC) et canadienne (CCSN) ont partagé leur expérience en matière d'outils numériques actuellement utilisés ou en cours de développement.

Le 5 février 2021 a été organisée en visioconférence la réunion bilatérale annuelle entre l'ASN et la CCSN. Durant cette réunion ont été évoqués les actualités règlementaires, les pratiques d'inspection et la formation des inspecteurs, les projets de petits réacteurs modulaires, la culture de sûreté ainsi que le projet d'échange de personnel entre les deux autorités.

CHINE

En 2021, les échanges avec l'homologue chinoise de l'ASN (*National Nuclear Safety Administration* – NNSA) ont porté sur le retour d'expérience (REX) de l'exploitation de la centrale de Taishan. Cette centrale, implantée dans la province du Guangdong au sud de la Chine, comprend les deux premiers réacteurs de type EPR à avoir été mis en service dans le monde.

Sur proposition de l'ASN, des réunions techniques ont été conduites avec la NNSA à distance afin d'examiner dans quelle mesure le retour d'expérience de la situation d'exploitation du réacteur 1 de Taishan pouvait être pris en compte dans le cadre de l'instruction en cours de la demande de mise en service de l'EPR de Flamanville. D'autres réunions sont prévues début 2022.

ESPAGNE

Le 18 octobre 2021 une rencontre a été organisée à Montrouge entre les présidents de l'ASN et de son homologue espagnole (*Consejo de Seguridad Nuclear* – CSN) afin d'identifier les sujets de la prochaine bilatérale prévue en juin 2022. La gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, les inspections croisées sur le contrôle des réacteurs nucléaires, la transparence et l'information des publics ont été retenus.

Par ailleurs, fin 2021, des échanges techniques concernant la radiographie industrielle ont eu lieu entre le CSN et la division de Bordeaux de l'ASN. Les discussions ont notamment porté sur les exigences réglementaires relatives à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance et les modalités de contrôle applicables à cette thématique. Une réunion technique en visioconférence s'est tenue le 4 novembre 2021. Elle a été suivie par la venue d'un inspecteur du CSN pour observer, le 25 novembre, l'inspection par l'ASN de la filiale française d'une société espagnole transfrontalière de radiographie industrielle. Ces échanges sont amenés à se poursuivre en 2022.

ÉTATS-UNIS

Du 8 au 11 mars 2021 s'est déroulée en visioconférence la 33e édition de la *Regulatory Information Conference* (RIC), organisée annuellement par l'homologue américaine de l'ASN, la NRC. Le directeur général de l'ASN y est intervenu pour présenter la transformation numérique à l'ASN et, en particulier, le système d'intelligence artificielle qu'elle utilise en soutien à son processus de contrôle.

Le 30 juin 2021 a été organisée la 12e réunion bilatérale, en visioconférence, entre l'ASN et la NRC. Les échanges ont porté notamment sur les actualités nationales et réglementaires respectives, la dégradation des matériaux, les écarts de conception sur le réacteur EPR de Flamanville, la prolongation de la durée de vie des réacteurs américains, les contrôles liés aux fraudes et le traitement des signalements, et l'évolution des pratiques d'inspection à la suite de la pandémie. Le directeur général de l'ASN, par ailleurs président de WENRA, a également dressé un point d'actualité des activités de l'association.

INDE

Le président de l'ASN a rencontré son homologue de l'Autorité de sûreté indienne (*Atomic Energy Regulatory Board* – AERB) en septembre en marge de la conférence générale de l'AIEA. Cet entretien a été l'occasion de signer la prorogation de l'accord de coopération qui lie les deux autorités depuis plus de deux décennies et de confirmer le souhait mutuel d'organiser une réunion bilatérale en présentiel en 2022.

IRLANDE

Les échanges avec l'Irlande ont repris le **1er juillet 2021** lors d'une réunion entre l'ASN et son homologue irlandaise (*Environnemental Protection Agency* – EPA) en charge de la radioprotection. Cette réunion a permis d'échanger sur les thématiques du radon, de la gestion des situations d'urgence, de la mise en place de la directive européenne sur les normes de bases en radioprotection en Irlande, de l'approche graduée, ou encore de la justification dans le domaine médical en France.

JAPON

Pour la première fois depuis le début de la pandémie, les présidents de l'ASN et de l'Autorité de sûreté nucléaire japonaise (*Nuclear Regulation Authority* – NRA) ont pu se rencontrer en présentiel le 20 septembre, en marge de la conférence générale de l'AIEA. Cet entretien a notamment permis de définir les thèmes à retenir en priorité pour la prochaine réunion de haut niveau qui devrait se tenir au Japon en 2022. Ces derniers concernent notamment les petits réacteurs modulaires, la culture du risque et la culture de sécurité et de la radioprotection, ainsi que les conditions de poursuite d'exploitation des réacteurs de production d'électricité.

Parallèlement, se sont poursuivis, tout au long de l'année, des échanges d'information sur l'actualité dans les deux pays ainsi que sur la mise en place d'un accord spécifique entre les deux autorités sur le partage d'expérience entre inspecteurs.

En outre, un commissaire de l'ASN participe à la mission d'experts mise en place par l'AIEA pour auditer le projet de rejet en mer des eaux décontaminées de la centrale nucléaire de Fukushima.



Signature de la prorogation de l'accord de coopération qui lie l'Autorité de sûreté nucléaire indienne et l'ASN – Septembre 2021

LUXEMBOURG

La Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire a tenu sa 19e réunion **le 2 février 2021** à distance. Composée à la fois des autorités compétentes des niveaux national et préfectoral et des ministères des Affaires étrangères, la Commission a échangé sur les développements récents intervenus dans les deux pays dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, dont le bilan de l'année 2020 de la centrale nucléaire de Cattenom, l'actualité dans le domaine médical (approche graduée et inspections en radiothérapie), les réexamens des réacteurs nucléaires français, ou encore la préparation et la gestion des situations d'urgence.

NORVÈGE

Le 28 mai 2021 s'est déroulée, en visioconférence, une réunion bilatérale de haut niveau entre l'ASN et son homologue norvégienne (*Direktoratet for Strålevern og Atomtryggleik* – DSA). Cette réunion a permis d'échanger sur les actualités règlementaires, la problématique liée au radon, la radioprotection et son principe de justification dans le domaine médical, la réglementation française concernant la gestion des effluents en médecine nucléaire et la gestion des situations d'urgence.

POLOGNE

Le 10 juin 2021 s'est tenue à distance une réunion bilatérale de haut niveau entre l'Autorité de sûreté polonaise (*Państwowa Agencja Atomistyki* – PAA) et l'ASN. La réunion a été l'occasion d'un échange sur l'actualité dans les deux pays portant notamment sur le futur programme nucléaire polonais et la construction du réacteur EPR de Flamanville. La réunion a permis de réaffirmer la volonté des deux autorités de poursuivre leur coopération, notamment dans le cadre de la future construction de réacteurs électronucléaires en Pologne.

RUSSIE

La réunion bilatérale de haut niveau tenue en visioconférence **le 26 mai 2021** avec l'Autorité de sûreté russe *Rostechnadzor*, a été l'occasion d'un échange sur les derniers développements réglementaires dans les deux pays. Un point a été fait sur les projets de stockage géologique des déchets de haute activité ainsi que sur le démantèlement des réacteurs au graphite et sur la sûreté des petits réacteurs modulaires. Enfin, les projets d'activités de coopération technique ont été discutés.

SUÈDE

La rencontre annuelle entre l'ASN et son homologue suédoise (*Strålsäkerhetsmyndigheten* – SSM) s'est tenue virtuellement **le 19 novembre 2021**. Les échanges ont principalement porté sur la gestion des déchets et le démantèlement. Des réunions d'échanges techniques entre experts sont en cours de programmation pour 2022. Les deux autorités se sont de plus rencontrées virtuellement lors d'échanges techniques avec la division d'Orléans.

SUISSE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-suisse implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que local. Cette commission s'est réunie **les 13 et 14 janvier 2021**. À l'échelle de l'ASN, cette commission implique à la fois les services centraux et les divisions de Lyon et de Strasbourg. **Les 6 et 7 décembre 2021**, le groupe d'experts en crise nucléaire franco-suisse s'est réuni à distance pour un échange technique sur la gestion de crise nucléaire et post-accidentelle.

5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

L'ASN peut être conduite à répondre à des demandes d'assistance dans le cadre d'actions bilatérales avec l'autorité de sûreté du pays concerné, en complément des instruments européens (IESN) et internationaux (RCF). L'objectif de cette coopération est l'acquisition, par les pays bénéficiaires, de la culture de sûreté et de la transparence indispensables à un système national de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le contrôle de la sûreté nucléaire doit reposer sur des compétences nationales et, de ce fait, l'ASN n'intervient qu'en soutien à l'établissement d'un cadre national adéquat et sans que l'autorité de sûreté qu'elle conseille ne se décharge de ses responsabilités de contrôle des installations nucléaires. Elle accorde une attention particulière aux pays se dotant de technologies dont elle a l'expérience en France.

L'ASN estime que le développement d'une infrastructure de sûreté adaptée nécessite un délai minimum d'une quinzaine d'années avant que puisse démarrer l'exploitation, dans de bonnes conditions, d'un réacteur nucléaire de production d'électricité. Il s'agit en effet pour ces pays de mettre en place un cadre législatif et une autorité de sûreté indépendante et compétente, disposant des moyens financiers et humains pour accomplir leurs missions, et de développer des compétences en matière de sûreté, de culture de sûreté et de contrôle ainsi que de gestion des situations d'urgence radiologique. En 2021, l'ASN a poursuivi sa mission dans le projet ICSN qu'elle coordonne, au bénéfice de l'Autorité de sûreté turque (*Nükleer Düzenleme Kurumu* – NDK).

5.3 Les échanges de personnels entre l'ASN et ses homologues étrangères

La connaissance du fonctionnement et des pratiques des autorités de sûreté et de radioprotection étrangères permet de tirer des enseignements pertinents pour le fonctionnement de l'ASN et de compléter la formation des personnels. Un des moyens utilisés pour atteindre cet objectif est l'échange de personnels, en général, sur des périodes de un à trois ans. Cette immersion dans les activités et le fonctionnement de l'autorité de sûreté homologue constitue un moyen unique de partage sur les sujets d'intérêt commun. Entre janvier 2018 et août 2021, un agent de l'ASN a ainsi été mis à disposition de la NRC pour une durée de trois ans et demi. En outre, depuis le 1er janvier 2019, un inspecteur expérimenté de l'ASN est détaché auprès de l'Autorité de sûreté britannique (ONR).

6 // Perspectives

Dans un contexte international rendu difficile par la pandémie, l'ASN a réussi à maintenir, en 2021, des échanges réguliers avec la plupart de ses homologues, au sein des instances bilatérales et multilatérales. Par ailleurs, la préparation des travaux importants (conventions de sûreté coordonnées par l'AIEA, examen thématique par les pairs au titre de la directive sûreté de 2014) s'est déroulée sans difficulté majeure.

En 2022, et sous réserve de l'évolution de la situation sanitaire, l'ASN veillera à maintenir cette dynamique d'échanges, en priorité avec les pays dont les relations bilatérales ont été rendues plus difficiles en raison de la pandémie, tels l'Afrique du Sud, la Corée, la Chine, la Finlande ou le Royaume-Uni.

L'année 2022 sera riche en matière de rendez-vous internationaux. L'ASN sera largement impliquée, notamment à travers WENRA et ENSREG, dans la préparation de l'examen thématique par les pairs sur la protection des installations nucléaires contre le risque lié à l'incendie, dont les attendus et conditions de réalisation auront été finalisés au printemps 2022. Par ailleurs, la réunion d'examen de la convention commune, prévue au début de l'été, et la préparation de la réunion d'examen de la convention sur la sûreté nucléaire prévue en mars 2023, seront également des événements internationaux importants qui mobiliseront fortement l'ASN.

L'ASN poursuivra l'identification des sujets, qu'ils soient stratégiques, techniques ou organisationnels, qu'elle considère comme prioritaires à aborder avec ses homologues pour partager réflexions, expérience et bonnes pratiques.

1 Radioprotection et utilisations médicales des rayonnements ionisants ..... P. 208

1.1 Les différentes catégories d'activité

1.2 Les situations d'exposition en milieu médical
- 1.2.1 L'exposition des professionnels
- 1.2.2 L'exposition des patients
- 1.2.3 L'exposition de la population
- 1.2.4 L'impact sur l'environnement

1.3 La réglementation
- 1.3.1 La réglementation générale
- 1.3.2 Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques
- 1.3.3 Le régime administratif
- 1.3.4 Les spécificités de la radioprotection des patients

1.4 Les enjeux et les priorités de contrôle

1.5 Les événements significatifs de radioprotection

2 Les activités nucléaires à finalité médicale ..... P. 213

2.1 La radiothérapie externe
- 2.1.1 La présentation des techniques
- 2.1.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe
- 2.1.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

2.2 La curiethérapie
- 2.2.1 La présentation des techniques
- 2.2.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie
- 2.2.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie

2.3 La médecine nucléaire
- 2.3.1 La présentation des techniques
- 2.3.2 Les règles techniques applicables aux installations de médecine nucléaire
- 2.3.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

2.4 Les pratiques interventionnelles radioguidées
- 2.4.1 La présentation des techniques
- 2.4.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux
- 2.4.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

2.5 Le radiodiagnostic médical et dentaire
- 2.5.1 La présentation des équipements
- 2.5.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire
- 2.5.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner
- 2.5.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire

2.6 Les irradiateurs de produits sanguins
- 2.6.1 Description
- 2.6.2 Les règles techniques applicables aux installations

2.7 Les événements significatifs de radioprotection

3 Synthèse et perspectives ..... P. 235





07

Les utilisations médicales des rayonnements ionisants

07 LES UTILISATIONS MÉDICALES DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Depuis plus d'un siècle, la médecine fait appel, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, à des rayonnements ionisants produits par des générateurs électriques ou par des radionucléides en sources scellées ou non scellées. Ces techniques représentent la deuxième source d'exposition pour la population aux rayonnements ionisants (après l'exposition aux rayonnements naturels) et la première source d'origine artificielle (voir chapitre 1). On distingue l'exposition des patients liée à l'utilisation des rayonnements ionisants de celle des travailleurs, du public et de l'environnement, pour lesquels il n'y a pas de bénéfice direct. Le principe de limitation de dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter la dose délivrée à l'objectif diagnostic ou thérapeutique. Les principes de justification et d'optimisation sont fondamentaux, même si les enjeux de radioprotection diffèrent selon les utilisations médicales. En radiothérapie (externe ou curiethérapie) comme en radiothérapie interne vectorisée (RIV), l'enjeu majeur est lié à la dose administrée et, le cas échéant, aux hauts débits de dose utilisés. Il existe des enjeux spécifiques liés à l'utilisation de sources de radionucléides scellées (en curiethérapie, avec des sources de haute activité) et non scellées (en médecine nucléaire), associés, pour ces dernières, à la gestion des déchets et des effluents. Les procédures interventionnelles radioguidées, en plein essor, réalisées à l'aide de dispositifs de plus en plus sophistiqués, peuvent conduire à une exposition significative du patient et des personnels qui se trouvent à proximité immédiate. Enfin, les examens de scanographie, s'ils ne présentent pas d'enjeu majeur en termes de dose délivrée ou de débit de dose, contribuent de façon très importante à l'exposition de la population liée aux actes de diagnostic médical, par la fréquence de leur utilisation, soulignant l'importance de la justification de chaque acte utilisant des rayonnements ionisants.

1 // Radioprotection et utilisations médicales des rayonnements ionisants

1.1 Les différentes catégories d'activité

On distingue les activités nucléaires à finalité diagnostique comme la scanographie, la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et la médecine nucléaire diagnostique, les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées – PIR), qui regroupent différentes techniques utilisées principalement pour des actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou thérapeutique et les activités à finalité thérapeutique, en majorité dédiées au traitement de cancer, comme la radiothérapie externe, la curiethérapie et la RIV[1].

Ces différentes activités, avec les techniques utilisées, sont présentées aux points 2.1 à 2.6.

1.2 Les situations d'exposition en milieu médical

1.2.1 L'exposition des professionnels

Les professionnels du milieu médical sont soumis en particulier au risque d'exposition externe, générée par les dispositifs médicaux (appareils contenant des sources radioactives, générateurs de rayons X ou accélérateurs de particules) ou par des sources scellées ou non scellées. En cas d'utilisation de sources non scellées, le risque de contamination interne doit également être pris en compte dans l'évaluation des risques (en médecine nucléaire et en laboratoire de biologie).

Selon les données collectées en 2020 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), le domaine médical et vétérinaire regroupe la majorité des effectifs suivis : 59 %, soit 228 585 personnes, ont fait l'objet d'une surveillance dosimétrique de leur exposition. La dose individuelle moyenne annuelle est de 0,25 millisievert (mSv). Cette dose, stable entre 2017 et 2019, diminue en 2020 (-17 %). Cette baisse est à mettre en lien, au moins en partie, avec la pandémie de Covid-19. L'analyse de la répartition des effectifs en fonction de leur niveau d'exposition montre que la très grande majorité des travailleurs (86 % tous secteurs confondus) n'a reçu aucune dose supérieure au seuil d'enregistrement. Un bilan réalisé sur la période 1998-2020 révèle toutefois que les activités médicales et vétérinaires présentent les cas de dépassement de limite réglementaire les plus nombreux.

L'effectif le plus important (47 %) des personnels de santé exposés concerne les activités de radiologie (radiodiagnostic et radiologie interventionnelle), avec une dose individuelle moyenne annuelle de 0,19 mSv. La médecine nucléaire représente 3 % des effectifs, mais avec une dose individuelle moyenne annuelle corps entier significativement plus élevée, estimée à 0,74 mSv.

Le domaine des activités médicales et vétérinaires contribue majoritairement aux expositions des extrémités, avec près de 61 % des travailleurs ayant ce suivi. Ainsi, 16 675 personnels (7,3 %) ont bénéficié d'une dosimétrie des extrémités, avec une dose moyenne aux extrémités de 14,7 mSv. Les activités les plus concernées sont : la médecine nucléaire, qui est à ce jour le principal contributeur, avec 66 % de la dose totale enregistrée

1. *La radiothérapie interne vectorisée vise à administrer un médicament radiopharmaceutique dont les rayonnements ionisants délivrent une dose importante à un organe cible dans un but curatif ou palliatif.*

et les activités interventionnelles, dont la contribution à la dose totale est encore sous-estimée, en particulier en raison de lacunes dans le port des dosimètres aux extrémités au bloc opératoire.

Enfin, près de 87 % de l'effectif de travailleurs suivis pour l'exposition au niveau du cristallin exercent dans le domaine des activités médicales et vétérinaires, représentant 3 840 travailleurs avec une dose individuelle moyenne de 1,80 mSv. 69 % de ces effectifs suivis pour la dosimétrie du cristallin appartiennent au secteur des PIR (2 640 travailleurs en 2020).

1.2.2 L'exposition des patients

Pour les applications médicales à visée diagnostique, l'optimisation de l'exposition aux rayonnements ionisants permet de délivrer la dose minimale permettant d'obtenir l'information diagnostique pertinente ou de réaliser l'acte interventionnel prévu. Pour les applications à visée thérapeutique, il faut délivrer la dose la plus forte possible pour obtenir la destruction des cellules tumorales ciblées, tout en préservant au mieux les tissus sains voisins. Le principe de limitation ne s'appliquant pas aux patients, les principes de justification et d'optimisation (voir point 1.3) doivent être appliqués avec d'autant plus de rigueur.

En imagerie médicale, les principes d'optimisation et de justification (éviter les examens non nécessaires, ou ceux dont le résultat peut être obtenu par des techniques non irradiantes de même niveau diagnostique lorsqu'elles sont disponibles) sont au cœur des plans d'action pour la maîtrise des doses délivrées aux patients. Ces plans d'action ont été élaborés par l'ASN en 2011 et 2018, en concertation avec les services du ministère des Solidarités et de la Santé et les professionnels de santé (voir chapitre 1, point 3.3).

Le principe d'optimisation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique (voir chapitre 2), connu sous le nom de principe ALARA, a conduit, dans le domaine de l'imagerie médicale utilisant des rayonnements ionisants, à introduire le concept de « niveaux de référence diagnostique » (NRD). Ne devant pas être assimilés à des « limites de dose » ou à des « doses optimales », ces niveaux sont établis pour des examens standards et des patients types. Les NRD sont ainsi des indicateurs dosimétriques de la qualité des pratiques, destinés à identifier les examens sur lesquels doivent porter prioritairement les efforts d'optimisation. Ils ne devraient pas être dépassés sans justification pour des procédures courantes. La décision n°2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 fixe les valeurs de NRD et demande aux responsables des services de radiologie et de médecine nucléaire de procéder (ou de faire procéder) à des évaluations dosimétriques périodiques et d'en transmettre les résultats à l'IRSN. Les données recueillies par l'IRSN sont analysées, en vue de la mise à jour des NRD.

La dernière étude « ExPRI », qui analyse l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants due aux examens d'imagerie médicale diagnostique, a été publiée par l'IRSN fin 2020. Elle présente les données de l'année 2017, qui sont comparées, en termes d'évolution, à celles de 2012. Ces analyses sont réalisées à partir des actes d'imagerie diagnostique extraits d'un échantillon représentatif des bénéficiaires de l'assurance maladie, par modalité d'imagerie (radiologie conventionnelle, interventionnelle et dentaire, scanner et médecine nucléaire), par région anatomique explorée, par âge et par sexe. On y observe globalement en moyenne une stabilité des expositions (voir chapitre 1, point 3.3).

1.2.3 L'exposition de la population

L'impact des applications médicales des rayonnements ionisants est susceptible de concerner :
- les personnes du public, à proximité des installations qui émettent des rayonnements ionisants ;
- les personnels des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration susceptibles d'être exposés à des effluents produits par des services de médecine nucléaire ;
- les personnes participant au réconfort d'un patient.

Les doses estimées liées à l'impact des rejets des services de médecine nucléaire sur la population (personnes extérieures à l'établissement de santé) sont de quelques dizaines de microsieverts (µSv) par an pour les personnes les plus exposées, notamment les personnels travaillant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration (études IRSN, 2005 et 2014). En 2015, l'IRSN a développé l'outil CIDRRE (Calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux), qui permet aux services de médecine nucléaire et aux laboratoires de recherche d'estimer, avec des hypothèses raisonnablement majorantes, des valeurs de dose enveloppes pour les personnels des systèmes d'assainissement, sur la base des activités administrées par les services.

En cas d'examen réalisé sur une femme enceinte, l'embryon ou le fœtus exposé *in utero* est considéré comme une personne du public, pour laquelle les limites de dose au public sont applicables. Les femmes enceintes ignorant leur grossesse représentent un tiers des événements significatifs de radioprotection (ESR) déclarés annuellement à l'ASN, soit environ 200 cas par an (voir point 2.7). Les examens d'imagerie délivrent habituellement des doses à l'utérus inférieures à 100 milligrays (mGy), valeur en deçà de laquelle aucun surcroît de malformation ni de diminution du quotient intellectuel n'a, jusqu'à présent, été décelé en comparaison des risques spontanés (estimés à 3 %)[2].

En médecine nucléaire, une source de radionucléide est administrée au patient, qui peut ensuite émettre des rayonnements ionisants et exposer les personnes de son entourage. Afin de maîtriser cette exposition, la réglementation a introduit la notion de « contraintes de dose ». Pour s'assurer du respect de ces contraintes de dose, des mesures de débit d'équivalent de dose ambiant peuvent être effectuées avant la sortie d'un patient ayant bénéficié d'un traitement ou d'un examen de médecine nucléaire. Dans la pratique clinique, les services de médecine nucléaire conditionnent la sortie des patients ayant reçu une forte activité (application thérapeutique) à un débit d'équivalent de dose d'environ 20 microsieverts par heure (µSv/h) à 1 m (recommandations du Groupe permanent d'experts pour la radioprotection dans les applications médicales – oct. 2017). Dans l'attente de la décroissance de l'activité, une hospitalisation du patient dans une chambre radioprotégée est généralement nécessaire.

1.2.4 L'impact sur l'environnement

En médecine nucléaire, les sources radioactives administrées aux patients vont suivre une décroissance physique (période physique issue de ses propriétés physico-chimique) mais également une élimination biologique (issue du métabolisme biologique, comme tout médicament). Les patients ayant reçu une injection éliminent, principalement par voie urinaire, une partie de la radioactivité administrée. Les services de médecine nucléaire sont conçus et organisés pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients (voir point 2.3.2) et sont tenus d'établir un plan de gestion des effluents et des déchets (PGED) détaillant leurs collectes,

2. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30. ICRP Supporting Guidance 2. Ann. ICRP 31. ICRP Publication 90. Ann. ICRP 33. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37, ICRP Publication 105. Ann. ICRP 37.

leurs gestions et leurs éliminations. De plus, une surveillance des rejets doit être mise en place.

L'impact de l'utilisation des rayonnements ionisants à visée médicale sur l'environnement est mesuré par la surveillance radiologique de l'environnement assurée par l'IRSN. La mesure du rayonnement gamma ambiant ne relève pas d'exposition supérieure aux variations du bruit de fond de la radioactivité naturelle. La mesure de la radioactivité de l'eau des grands fleuves ou des stations d'épuration des grandes agglomérations fait ponctuellement apparaître la présence de radionucléides utilisés en médecine nucléaire (par exemple, l'iode-131). En revanche, aucun de ces radionucléides n'a été détecté dans les eaux destinées à la consommation humaine (voir chapitre 1).

1.3 La réglementation

1.3.1 La réglementation générale

La protection des personnels qui interviennent dans les installations où sont utilisés des rayonnements ionisants à des fins médicales est encadrée par les dispositions du code du travail (articles R. 4451-1 à R. 4451-135 du code du travail).

Afin d'assurer la protection du public et des travailleurs, les installations où sont utilisés les dispositifs médicaux émetteurs de rayonnements ionisants doivent, de plus, satisfaire aux règles techniques définies dans des décisions de l'ASN (voir règles techniques décrites au point 2).

Le suivi des sources (sources radioactives dont les médicaments radiopharmaceutiques (MRP), dispositifs électriques émetteurs de rayonnements ionisants, accélérateurs de particules) est soumis aux règles spécifiques figurant dans le code de la santé publique (articles R. 1333-152 à R. 1333-164) lesquelles portent sur l'acquisition, la distribution, l'importation, l'exportation, la cession, le transfert, la reprise et l'élimination des sources. En particulier, les sources doivent être déclarées, enregistrées ou autorisées si elles ne sont pas exemptées, inventoriées, reprises lorsqu'elles sont périmées, et faire l'objet de garanties financières de reprise.

1.3.2 Les dispositifs médicaux et les médicaments radiopharmaceutiques

Les radionucléides utilisés en médecine nucléaire peuvent être classés en deux catégories :

- les MRP, soumis à l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché (AMM), délivrée soit par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), soit par l'Agence européenne des médicaments (EMA) ;
- les dispositifs médicaux, soumis à l'obtention d'un marquage « CE » (par exemple, dispositif médical implantable, tel que les microsphères marquées à l'yttrium-90).

Dans l'attente de l'obtention d'une AMM et pour permettre un accès précoce aux médicaments pour les patients atteints d'une maladie grave ou rare, des processus dérogatoires se sont multipliés en France ces vingt dernières années. Afin de simplifier et d'unifier ces différents processus, une réforme de l'accès dérogatoire aux médicaments a vu le jour le 1er juillet 2021 (décret n° 2021-869 du 30 juin 2021). Cette réforme, ayant pour objectif de « *permettre un accès encore plus rapide à ces médicaments pour des patients en impasse thérapeutique* », remplace les six régimes d'autorisation par deux modalités d'accès, l'accès compassionnel et l'accès précoce.

Les dispositifs médicaux (DM) émetteurs de rayonnements ionisants (générateurs électriques de rayons X et accélérateurs de particules), utilisés dans le cadre d'une activité nucléaire à finalité médicale, doivent satisfaire aux exigences essentielles définies dans le code de la santé publique (articles R. 5211-12 à R. 5211-24). Le marquage « CE », qui atteste de la conformité à ces exigences essentielles, est obligatoire. À la suite d'évolutions technologiques, l'arrêté du 15 mars 2010 fixant les exigences essentielles applicables aux dispositifs médicaux a été modifié, pour renforcer les dispositions concernant l'affichage de la dose en imagerie. Par ailleurs, le nouveau règlement européen EU 2017/745 est entré en application le 26 mai 2021 et sa mise en œuvre s'étend jusqu'au 27 mai 2025 (date limite de mise à disposition sur le marché ou de mise en service des DM au titre de l'ancienne réglementation). Ce nouveau règlement européen renforce, d'une part, la sécurité des patients par une meilleure évaluation clinique des DM et, d'autre part, la transparence, grâce à la base de données européenne sur les dispositifs médicaux (*European database on medical devices* – Euramed), accessible également au grand public, qui contribue à l'amélioration de la collaboration entre les autorités compétentes européennes. Pour faciliter l'accès précoce à des technologies innovantes et utiles pour le patient, qui ne bénéficient pas encore d'un marquage « CE », la Haute Autorité de santé (HAS) a mis en place un « forfait innovation », conditionné par le déploiement d'une étude clinique afin de confirmer le bénéfice important pour la santé de la nouvelle technologie.

Les évaluations cliniques conduites dans le cadre de la mise sur le marché des dispositifs médicaux, des MRP ou des processus dérogatoires permettant aux patients de bénéficier d'un traitement innovant sont des éléments déterminants dans la mise en œuvre du principe de justification (voir point 1.3.4).

Afin d'anticiper les enjeux de radioprotection liés à l'introduction de nouvelles techniques et pratiques émergentes utilisant des rayonnements ionisants, l'ASN a créé, le 8 juillet 2019, le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri). Présidé par l'ASN et composé de 16 experts et des représentants d'institutions sanitaires françaises, le Canpri a pour objectif d'identifier, dans le domaine médical, les nouvelles techniques et pratiques, d'analyser leurs enjeux en termes de radioprotection et d'élaborer des recommandations et conclusions en matière de radioprotection des patients et des travailleurs. Ses premiers travaux, toujours en cours, portent sur la radiothérapie peropératoire, la plateforme gyroscopique de radiochirurgie Zap-X (marquée « CE » en janvier 2021) et les nouveaux radionucléides en médecine nucléaire.

1.3.3 Le régime administratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires introduit par le décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Trois régimes sont désormais en place, l'autorisation, la déclaration et, depuis le 1er juillet 2021, une autorisation simplifiée, appelée « enregistrement ». La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes, les patients et l'environnement. L'autorisation permet d'encadrer les activités présentant les enjeux les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier accompagnant la demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières destinées à limiter leurs effets sont appropriées. L'enregistrement, qui fait également l'objet d'une instruction, se caractérise par un nombre limité de pièces à transmettre.

Ainsi, depuis le 1er juillet 2021, le portail de Téléservices de l'ASN permet aux responsables d'activité nucléaire d'enregistrer leurs activités. La liste des activités médicales soumises à enregistrement a été définie, sur la base des enjeux de radioprotection par la décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN du 4 février 2021. Ce régime est applicable à la scanographie et aux PIR, activités à enjeux en ce qui concerne la radioprotection. La radiologie conventionnelle et la radiologie dentaire continuent à bénéficier du régime de déclaration. Le régime d'autorisation est maintenu pour la radiothérapie externe, la curiethérapie et la médecine nucléaire, diagnostique et thérapeutique.

1.3.4 Les spécificités de la radioprotection des patients

La justification et l'optimisation – La protection des patients bénéficiant d'examens d'imagerie médicale ou d'actes thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants est encadrée par des dispositions spécifiques du code de la santé publique (articles R. 1333-45 à R.1333-80). Le principe de justification des actes et le principe d'optimisation des doses délivrées constituent le socle de cette réglementation. Le principe de limitation de la dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter, pour chaque patient, la dose délivrée à l'objectif diagnostic ou

TABLEAU 1 **Classification des activités nucléaires à finalité médicale selon les enjeux de radioprotection**

ACTIVITÉS	PATIENTS	PROFESSIONNELS	POPULATION ET ENVIRONNEMENT
Radiothérapie externe	3	1	1
Curiethérapie	2	2	2
Radiothérapie interne vectorisée	3	2	3
Pratiques interventionnelles radioguidées	2 à 3 selon les actes	2 à 3 selon les actes	1
Médecine nucléaire diagnostique	1 à 2 selon les actes	2 à 3 selon les actes	2
Scanographie	2	1	1
Actes radioguidés sur table télécommandée en service de radiologie	1	1	1
Radiologie conventionnelle	1	1	1
Radiologie dentaire	1	1	1

1: pas d'enjeu ou enjeu faible – 2: enjeu modéré – 3: enjeu fort

RADIOPROTECTION DU PATIENT : LE PRINCIPE DE JUSTIFICATION

Premier principe de la radioprotection inscrit dans le code de la santé publique, la justification vise à s'assurer que le patient tire un bénéfice de la réalisation de l'examen ou du traitement dont il a bénéficié, en comparaison avec les risques inhérents liés à l'exposition aux rayonnements ionisants et au regard de techniques alternatives n'exposant pas à des rayonnements ionisants. Il rejoint la notion médicale de pertinence, qui s'attache à réaliser « le bon acte pour le bon patient, au bon moment », avec une prise en compte de la balance entre les bénéfices et les risques. Les évaluations cliniques conduites dans le cadre de la mise sur le marché des dispositifs médicaux, des MRP ou des processus dérogatoires permettant aux patients d'accéder précocement à un traitement innovant sont des éléments déterminants dans la mise en œuvre du principe de justification (voir 1.3.2).

L'application du principe de justification se concrétise par la publication de guides définissant les indications médicales justifiant les actes exposant aux rayonnements ionisants pour les différentes utilisations (radiologie, médecine nucléaire, radiothérapie). À cette fin, le ministre chargé de la santé ou l'organisme qu'il désigne (la HAS) établit, en liaison avec les professionnels de santé, et diffuse un guide définissant les indications médicales justifiant les actes exposant à des rayonnements ionisants, en particulier ceux les plus couramment utilisés (article R. 1333-47 du code de la santé publique).
Ces guides nécessitent une mise à jour périodique en fonction de l'évolution des techniques et des pratiques et font l'objet d'une diffusion auprès des demandeurs et réalisateurs d'actes. Au regard des enjeux de radioprotection, la mise à jour de ces guides, notamment en radiothérapie, constitue une priorité pour l'ASN.

La justification individuelle de l'acte pour chaque patient est basée sur la prise en compte de ces guides professionnels. Elle relève d'une responsabilité partagée entre le médecin « demandeur » et le médecin « réalisateur ». En application de l'article R. 1333-52 du code de la santé publique, préalablement à la demande et à la réalisation d'un acte, le médecin ou le chirurgien-dentiste vérifie qu'il est justifié en s'appuyant sur le guide ou les documents mentionnés à l'article R. 1333-47. En cas de désaccord entre le demandeur et le réalisateur de l'acte, la décision appartient à ce dernier.

En imagerie, le *Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale*, élaboré par la Société française de radiologie (SFR) et la Société française de médecine nucléaire et imagerie moléculaire (SFMN) a été actualisé, en 2021, sous la forme d'un site Internet d'aide à la demande d'examens de radiologie et imagerie médicale (ADERIM) à destination principale des médecins généralistes. Il a pour fonction de guider le choix du médecin demandeur vers l'examen le plus adapté à l'exploration de la pathologie explorée. Il comporte une recommandation d'indication (indiqué, non indiqué, voire contre-indiqué), le niveau de preuve de la recommandation et le niveau d'exposition aux rayonnements ionisants induits par l'examen. Il a pour objectif de réduire l'exposition des patients par la suppression des examens d'imagerie non justifiés et par l'utilisation préférentielle, le cas échéant, des techniques non irradiantes, lorsqu'elles sont disponibles.

En radiothérapie externe et curiethérapie, le *Guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie* (Recorad), élaboré par la Société française de radiothérapie oncologique (SFRO), a été révisé en février 2022. Il présente des recommandations visant à optimiser, harmoniser et homogénéiser les pratiques.

thérapeutique. L'ASN veille à la mise à jour de ce cadre réglementaire par des dispositions spécifiques en matière d'optimisation, d'assurance de la qualité, de formation et de qualification comme décrit ci-après.

Les qualifications requises – L'emploi des rayonnements ionisants sur le corps humain est réservé aux médecins et chirugiens-dentistes justifiant des compétences requises pour réaliser ces actes (article R. 1333-68 du code de la santé publique). En octobre 2020, l'ASN a actualisé et précisé les qualifications nécessaires. Cette mise à jour vise à adapter les dispositions réglementaires aux évolutions des techniques et des conditions d'exercice. La décision DC-2020-0694 de l'ASN du 8 octobre 2020, homologuée par arrêté du 5 juillet 2021, est entrée en vigueur en juillet 2021. Elle abroge celle du 23 août 2011 (DC-2021-0238) et met à jour les qualifications requises pour les médecins ou chirurgiens-dentistes qui réalisent des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine, ainsi que pour les médecins désignés coordonnateur d'une activité nucléaire à des fins médicales ou qui demandent une autorisation ou un enregistrement en tant que personne physique.

Les obligations d'assurance de la qualité – Afin de maîtriser les doses délivrées aux patients et contribuer ainsi à une meilleure sécurité des soins, deux décisions de l'ASN encadrent désormais les obligations des responsables d'activité nucléaire en matière d'assurance de la qualité pour l'ensemble des activités médicales mettant en œuvre des rayonnements ionisants :

- la décision n° 2019-DC-0660 du 15 janvier 2019 en imagerie médicale, c'est-à-dire en médecine nucléaire à des fins diagnostiques, en radiologie dentaire et conventionnelle, en scanographie et pour les PIR ;
- la décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 de l'ASN pour les actes thérapeutiques, c'est-à-dire la radiothérapie externe, dont la contacthérapie et la radiothérapie peropératoire, la curiethérapie, la médecine nucléaire à finalité thérapeutique (RIV) et la radiochirurgie.

Ces décisions obligent le responsable de l'activité nucléaire, avec des exigences proportionnées aux enjeux de radioprotection, à formaliser les processus, procédures et instructions de travail associés à la mise en œuvre opérationnelle des deux principes généraux de la radioprotection, la justification des actes et l'optimisation des doses, ainsi que ceux portant sur le retour d'expérience (REX) des événements, la formation des professionnels et, pour les actes thérapeutiques, l'analyse des risques *a priori*. La décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021, entrée en vigueur le 17 août 2021, abroge la décision n° 2008-DC-0103 du 1er juillet 2008 relative aux obligations d'assurance de la qualité en radiothérapie. Elle actualise et renforce les exigences d'assurance de la qualité, en particulier lors d'un changement organisationnel ou technique, ainsi qu'en cas d'externalisation de prestations.

La formation à la radioprotection des patients – Les obligations de formation continue à la radioprotection des patients sont fixées dans les articles L. 1333-19, R. 1333-68 et R. 1333-69 du code de la santé publique. L'ensemble du dispositif a été révisé dans la décision DC-2017-0585 de l'ASN du 8 janvier 2015 modifiée, à la suite des échanges avec l'ensemble des conseils nationaux professionnels (CNP) concernés afin de clarifier et de renforcer les objectifs pédagogiques concernant la justification, d'intégrer de nouveaux acteurs et de favoriser l'articulation avec les autres dispositifs de formation continue. Depuis la mise en application de cette décision, une vingtaine de guides professionnels ont été élaborés par les sociétés savantes puis validés par l'ASN et mis en ligne. Afin de suivre la mise en œuvre sur le terrain de ce nouveau cadre, une évaluation qualitative et quantitative a été engagée fin 2021, en impliquant l'ensemble des acteurs. Un état des lieux des offres de formation sera réalisé afin d'identifier les principaux acteurs (établissements de santé, sociétés savantes, organismes de formation continue). Pour le guide des professionnels de la radiothérapie et celui des manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) exerçant en imagerie, une évaluation spécifique sera conduite sur le nombre et le contenu de ces deux formations. Cette évaluation portera sur le respect de la réglementation, l'organisation des formations, leurs modalités pédagogiques, ainsi que sur la satisfaction des professionnels qui les ont suivies. Ces travaux seront présentés en 2022 au comité de suivi du plan national de maîtrise des doses en imagerie.

1.4 Les enjeux et les priorités de contrôle

Afin d'établir ses priorités en matière de contrôle, l'ASN a procédé à une classification des activités nucléaires en fonction des enjeux pour les patients, le personnel, la population et l'environnement. Cette classification tient compte plus particulièrement des doses délivrées ou administrées aux patients, sur le plan individuel ou collectif, des conditions d'aménagement des locaux et d'utilisation des sources de rayonnements ionisants par les professionnels, de la production de déchets et d'effluents contaminés par des radionucléides, des enjeux en termes de sécurité des sources (sources scellées de haute activité), du retour d'expérience des événements significatifs déclarés à l'ASN et de l'état de la radioprotection dans les établissements où ces activités sont exercées.

Sur la base de cette classification (voir point 1.3.3, tableau 1), l'ASN considère que les priorités de son contrôle doivent porter sur la radiothérapie externe, la curiethérapie, la médecine nucléaire et les PIR. Les fréquences d'inspection ont été adaptées et permettent de contrôler l'ensemble des activités à enjeux sur une période de 3 et 5 ans, selon les secteurs. À partir de 2018, l'ASN a défini une liste de points de contrôle systématiques portant sur la radioprotection des travailleurs, des patients et du public, la gestion des sources, des déchets et des effluents ainsi que la sécurité des sources. Ces contrôles, assortis d'indicateurs, permettent de réaliser des évaluations aux niveaux régional et national et d'en mesurer, dans le temps, les évolutions.

Certains indicateurs sont communs à l'ensemble des activités contrôlées, tels que, par exemple, l'organisation de la radioprotection des travailleurs, l'organisation de la physique médicale, la formation à la radioprotection des travailleurs ou des patients. D'autres sont spécifiques à une activité donnée, par exemple, la gestion des déchets et effluents en médecine nucléaire ou la sécurité des sources en curiethérapie. C'est sur la base de ces indicateurs qu'est, en particulier, évalué l'état de la radioprotection en milieu médical (voir point 2). En complément de ces vérifications systématiques, des investigations sont menées sur des thèmes spécifiques, définis dans un cadre annuel ou pluriannuel et adaptées aux situations particulières rencontrées en inspection.

En 2021, les principaux thèmes retenus étaient :

- pour la radiothérapie et la curiethérapie : la gestion des risques, la gestion des compétences et des formations, la maîtrise des équipements et la sécurité des sources scellées de haute activité ;
- pour la médecine nucléaire : le processus de retour d'expérience des événements déclarés en interne ou en externe (ESR) ;
- pour les PIR : la mise en œuvre de la démarche d'optimisation.

Par ailleurs, l'ASN a défini, pour les inspections de routine, une fréquence de contrôle par activité nucléaire contrôlée (tableau 2), basée sur une approche graduée aux enjeux de radioprotection. Ces fréquences sont augmentées lorsque sont identifiées certaines fragilités susceptibles d'avoir un impact sur la radioprotection (difficultés liées aux ressources humaines, changement technique ou organisationnel, gestion de la qualité ou des risques insuffisamment maîtrisée – retard dans la formalisation des pratiques, absence d'études de risque, défaut de culture du risque –,

TABLEAU 2 **Fréquence des inspections par domaine d'activité nucléaire**

DOMAINE D'ACTIVITÉ NUCLÉAIRE	FRÉQUENCE EN ROUTINE
Radiothérapie externe	Tous les 4 ans
Curiethérapie	Tous les 4 ans
Médecine nucléaire à visée diagnostique	Tous les 5 ans
Médecine nucléaire à visée thérapeutique en ambulatoire (par exemple, iode <800 megabecquerels (MBq), synoviorthèses, etc.)	Tous les 4 ans
Médecine nucléaire à visée thérapeutique avec des thérapies complexes utilisant de l'iode >800 MBq, du lutétium-177, de l'yttrium-90 et en hospitalisation	Tous les 3 ans
Pratiques interventionnelles radioguidées	Tous les 5 ans
Scanographie (urgences ou pédiatrie)	Échantillonnage : environ une vingtaine d'installations par an

enjeux particuliers associés à certaines techniques, etc.). Cela peut conduire l'ASN à mettre certains centres sous surveillance renforcée, lorsque des dysfonctionnements importants persistants ont été constatés, et d'y réaliser des inspections *a minima* annuelles.

1.5 Les événements significatifs de radioprotection

Les ESR doivent obligatoirement être déclarés à l'ASN en application du code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22) et du code du travail (article R. 4451-74) (voir chapitre 3, point 3.3). Dans le domaine médical, les ESR sont déclarés à l'ASN depuis 2007. Ces déclarations permettent, après analyse, un retour d'expérience vers les professionnels, dans une perspective d'amélioration continue de la radioprotection.

Un portail de téléservice a été mis à disposition pour permettre à l'ensemble des professionnels du domaine médical de télétransmettre leur déclaration sur le site *Teleservices.asn.fr*. Celui-ci est intégré au « portail unique des vigilances » géré par le ministère des Solidarités et de la Santé. En fonction du type d'événement déclaré, la déclaration est automatiquement transmise à l'ASN (division territoriale), à l'agence régionale de santé (ARS) pour tous les événements concernant le patient, et à l'ANSM pour les événements relevant de la matériovigilance ou de la pharmacovigilance (MRP).

Le Guide de l'ASN n° 11 précise les modalités de déclaration des événements significatifs en radioprotection. Le Guide de l'ASN n° 16 s'applique spécifiquement à la déclaration des ESR concernant des patients survenant dans le domaine de la radiothérapie (radiothérapie externe et curiethérapie). Une échelle spécifique, l'échelle ASN-SFRO a été élaborée en collaboration avec la SFRO afin d'informer le public sur les événements de radioprotection affectant des patients dans le cadre d'une procédure de radiothérapie (voir chapitre 3). Elle permet de prendre en compte, en plus des conséquences avérées, les effets potentiels de l'événement et le nombre de patients exposés.

Par ailleurs, les avis d'incidents sont publiés sur *asn.fr*.

Afin d'encourager le partage des enseignements issus du retour d'expérience des professionnels, l'ASN publie des bulletins sur *La sécurité du patient – pour une dynamique de progrès* depuis mars 2011, des fiches de *Retour d'expérience à la suite d'un ESR* ainsi que des lettres circulaires à l'attention des responsables d'activité nucléaire. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection. La fiche « Retour d'expérience », quant à elle, alerte sur un ESR particulier déclaré à l'ASN pour éviter qu'il ne se reproduise dans un autre établissement.

2 // Les activités nucléaires à finalité médicale

2.1 La radiothérapie externe

La radiothérapie est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. La radiothérapie met en œuvre les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes (et, dans un nombre de cas limité, non malignes). Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme de sources scellées. On distingue la radiothérapie externe, où la source de rayonnement est extérieure au patient (accélérateur de particules ou source radioactive, par exemple Gamma Knife®), de la curiethérapie, où la source est positionnée au plus près de la lésion cancéreuse.

Les séances d'irradiation sont toujours précédées par l'élaboration du plan de traitement, qui a pour but de fixer les conditions permettant d'atteindre une dose élevée dans le volume cible tout en préservant les tissus sains environnants. Ce plan de traitement définit la dose à délivrer, le(s) volume(s) cible(s) à traiter, les volumes à risque à protéger, la balistique des faisceaux d'irradiation et la répartition prévisionnelle des doses (dosimétrie). Son élaboration nécessite une coopération étroite entre l'oncologue-radiothérapeute, le physicien médical et, le cas échéant, les dosimétristes.

Le principal enjeu de radioprotection est lié à la dose délivrée au patient ; l'évolution des techniques de traitement avec le développement de l'hypofractionnement (voir point 2.1.1), consistant à délivrer des doses plus importantes lors d'une même séance rend d'autant plus cruciale la maîtrise de la délivrance de cette dose.

C'est pourquoi le contrôle de l'ASN porte à la fois sur la capacité des centres à maîtriser la délivrance de la dose au patient et à tirer les enseignements des dysfonctionnements susceptibles de se produire. La mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, la gestion des compétences, la maîtrise des équipements, l'enregistrement et le suivi des ESR

sont ainsi au cœur des contrôles de l'ASN. Les changements techniques, organisationnels et humains ayant été identifiés comme des situations susceptibles de générer des risques, la conduite du changement fait également l'objet d'une attention particulière lors des inspections.

2.1.1 La présentation des techniques

Plusieurs techniques de thérapie externe sont actuellement utilisées en France. La **radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle** est considérée par la SFRO comme la technique de base dans son *Guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie* (Recorad) paru en septembre 2016 et actualisé en février 2022. Cette technique utilise des images tridimensionnelles des volumes cibles et des organes avoisinants, obtenues à l'aide d'un scanner, parfois en association avec d'autres examens d'imagerie (tomographie par émission de positons – TEP, imagerie par résonance magnétique nucléaire – IRM, etc.). Depuis plusieurs années toutefois, la proportion de traitements réalisés avec cette technique diminue, au profit de la **radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité** (*Intensity-modulated radiotherapy* – IMRT), qui a vu le jour en France au début des années 2000 et qui permet une meilleure adaptation à des volumes tumoraux complexes et une meilleure protection des organes à risque voisins, grâce à la modulation d'intensité des faisceaux en cours d'irradiation.

Dans le prolongement de l'IMRT, l'**arcthérapie volumétrique avec modulation d'intensité** (AVMI) est désormais de plus en plus fréquemment mise en œuvre en France. Cette technique consiste à réaliser l'irradiation d'un volume cible par une irradiation continue en rotation autour du patient.

La **radiothérapie hélicoïdale ou tomothérapie** permet de réaliser des irradiations en combinant la rotation continue d'un accélérateur d'électrons au déplacement longitudinal du patient en cours d'irradiation. La modulation possible de l'intensité du rayonnement permet de réaliser des irradiations aussi bien de grands volumes de forme complexe que de lésions très localisées, éventuellement dans des régions anatomiques indépendantes les unes des autres. Le système requiert l'acquisition d'images dans les conditions du traitement à chaque séance, à des fins de comparaison avec les images scanographiques de référence pour repositionner le patient.

La **radiothérapie en conditions stéréotaxiques** est une méthode de traitement qui vise à irradier à forte dose des lésions intra ou extracrâniennes, avec une précision millimétrique, par de multiples mini-faisceaux convergeant au centre de la cible. La dose totale est délivrée lors d'une séance unique ou de façon hypofractionnée, selon la maladie à traiter. Le terme de radiochirurgie est employé pour désigner les traitements réalisés en une séance unique. Cette technique exige une grande précision dans la définition du volume cible à irradier, au plus près de la forme de la tumeur, et fait appel à des techniques de repérage spécifiques afin de permettre une localisation millimétrique des lésions.

Cette technique thérapeutique utilise principalement trois types d'équipements spécifiques, tels que :
- le Gamma Knife® qui utilise plus de 190 sources de cobalt-60. Il agit comme un véritable scalpel, sur une zone extrêmement précise et délimitée (cinq unités en service) ;
- la radiothérapie en conditions stéréotaxiques robotisée ; le CyberKnife®, constitué d'un accélérateur linéaire miniaturisé monté sur un bras robotisé ;
- des accélérateurs linéaires polyvalents équipés de moyens de collimation additionnels (mini-collimateurs, localisateurs) permettant la réalisation de mini-faisceaux.

Depuis 2018, l'association **d'un accélérateur linéaire pour la radiothérapie couplée à une IRM** se développe.

La **contacthérapie ou radiothérapie de contact** est une technique de radiothérapie externe. Les traitements sont délivrés par un appareil générateur de rayons X mettant en jeu des faisceaux de basse énergie, particulièrement adaptés pour le traitement des cancers cutanés, car la dose qu'ils délivrent décroît rapidement en profondeur.

La **radiothérapie peropératoire** associe la chirurgie et la radiothérapie, la dose de rayonnement étant délivrée au bloc opératoire sur le lit tumoral au cours d'une intervention chirurgicale. Elle constitue principalement une technique de traitement des petits cancers du sein. En avril 2016, la HAS a publié les résultats de l'évaluation de cette pratique et a conclu que les éléments ne sont pas, à ce stade, réunis pour en proposer la prise en charge par l'assurance maladie. Elle considère qu'il convient de poursuivre les études cliniques et médico-économiques pour disposer de données cliniques, notamment à plus long terme. Cette technique, mise en œuvre depuis quatre ans, se développe peu et son évaluation se poursuit.

De nouveaux dispositifs de **radiothérapie peropératoire par électrons**, disposant du marquage « CE », ont été mis sur le marché. Ils permettent une irradiation optimale de la tumeur en préservant au maximum les tissus sains environnants. La radiothérapie peropératoire par électrons a fait l'objet d'une présentation lors de la réunion d'avril 2021 du Canpri et est actuellement en discussion.

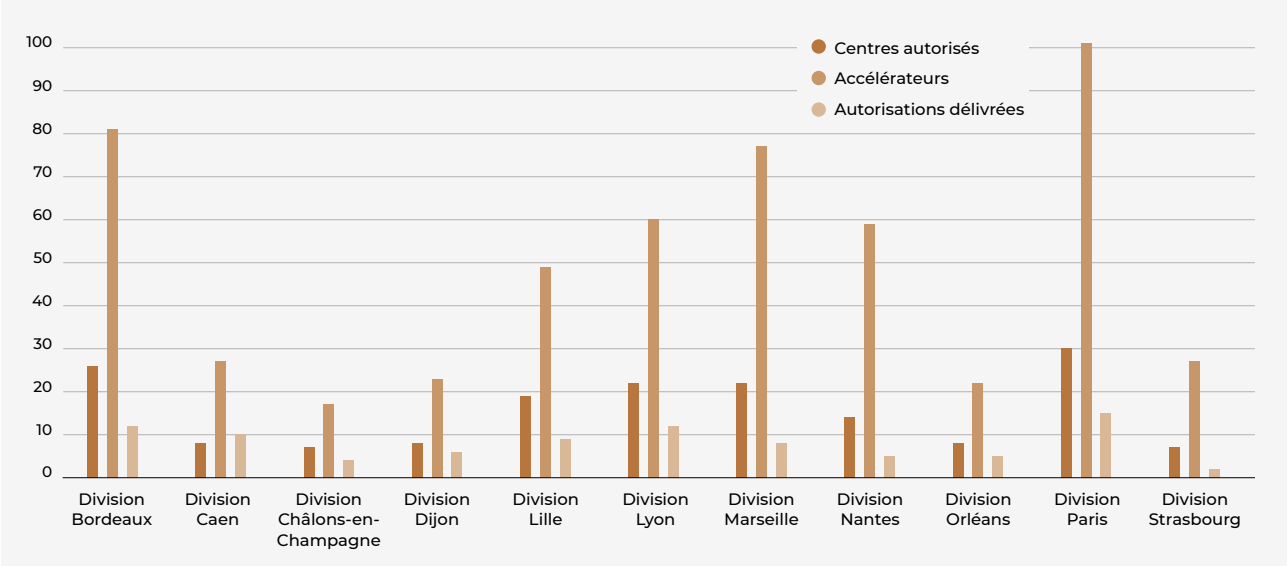
L'**hadronthérapie** est une technique de traitement fondée sur l'utilisation de faisceaux de particules chargées (protons et noyaux de carbone), qui permettent d'assurer la délivrance de la dose de façon très localisée lors des traitements et ainsi une réduction drastique du volume de tissu sain irradié. Selon ses promoteurs, l'hadronthérapie avec des noyaux de carbone serait plus adaptée au traitement des tumeurs les plus radiorésistantes et pourrait permettre plusieurs centaines de guérisons supplémentaires chaque année.

2.1.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe

En raison du débit de dose important lors de la délivrance de la dose au patient, les appareils doivent être implantés dans des salles spécifiquement conçues pour assurer la radioprotection des personnels ; ce sont en fait de véritables casemates, dont l'épaisseur des parois en béton ordinaire peut varier de 1 à 2,5 mètres. Une installation de radiothérapie se compose d'une salle de traitement incluant une zone technique où se trouve l'appareillage, d'un poste de commande extérieur à la salle et, pour certains accélérateurs, de locaux techniques annexes.

La protection des locaux, en particulier de la salle de traitement, doit être déterminée de façon à respecter, autour de ceux-ci, les limites annuelles d'exposition des travailleurs et/ou du public. Les conditions actuelles de conception de ces locaux ont été revues en 2019. Une étude spécifique pour chaque installation doit être réalisée par le fournisseur de la machine, en liaison avec le physicien médical et le conseiller en radioprotection. Elle permet de définir les épaisseurs et la nature des différentes protections à prévoir, qui sont déterminées en tenant compte des conditions d'utilisation de l'appareil, des caractéristiques du faisceau de rayonnements, ainsi que de la destination des locaux adjacents, y compris ceux situés à la verticale (au-dessus ou en-dessous de la salle de traitement). Cette étude doit figurer dans le dossier présenté à l'ASN à l'appui de la demande d'autorisation d'utiliser une installation de radiothérapie.

GRAPHIQUE 1 **Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres et d'accélérateurs de radiothérapie externe contrôlés et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation par l'ASN en 2021**



En outre, un ensemble de systèmes de sécurité permet de renseigner l'opérateur sur l'état de fonctionnement de la machine (tir en cours ou non) et d'assurer l'arrêt de l'émission du faisceau en cas d'urgence ou d'ouverture de la porte de la salle d'irradiation.

Le bunker avec chicane reste la référence, dans la mesure où il permet de réduire le blindage requis à l'entrée des conduits de ventilation et des conduits électriques et offre une meilleure sécurité en cas de perte de motorisation de la porte ou d'enfermement accidentel de personnes. Cependant, si l'exploitant dispose d'un emplacement limité, qui compromet l'installation de l'accélérateur, une chicane réduite, voire l'absence de chicane est envisageable sous certaines conditions restrictives. La plateforme gyroscopique Zap-X, nouveau dispositif médical destiné à des irradiations intracrâniennes du type « radiochirurgie », ayant obtenu le marquage « CE » depuis janvier 2021, présente la caractéristique innovante d'être auto-blindé. Ce dispositif est actuellement en discussion au sein du Canpri.

2.1.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

Le parc des installations de radiothérapie externe comporte, en 2021, 543 accélérateurs de particules, répartis dans 171 centres de radiothérapie soumis à une autorisation de l'ASN (voir graphique 1). Plus de 200 000 patients[3] sont traités chaque année, ce qui représente près de 4,2 millions de séances d'irradiation. L'Observatoire national de la radiothérapie (Institut national du cancer – INCa), recense 891 radiothérapeutes en 2020. En 2021, l'ASN a délivré 84 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de la mise à jour de l'autorisation existante.

Depuis 2007, la sécurité des soins en radiothérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN en raison des doses importantes délivrées au patient. Le programme d'inspections pour la période 2020-2023 met l'accent sur la capacité des centres à déployer une démarche de gestion des risques. En fonction des centres, la gestion des compétences, ainsi que la mise en œuvre de nouvelles techniques ou pratiques et la maîtrise des équipements sont également examinées de manière approfondie.

L'ASN a poursuivi son approche graduée du contrôle :
- en diminuant, au vu des progrès réalisés dans la maîtrise de la sécurité des soins, la fréquence moyenne des inspections, qui a ainsi été portée, à partir de 2016, à une fois tous les quatre ans (au lieu de trois ans précédemment), ce qui permet un contrôle de l'ensemble des centres tous les quatre ans ;
- en maintenant une fréquence plus élevée pour les centres présentant des fragilités ou des enjeux, notamment pour certains centres ayant nécessité des inspections renforcées.

À l'instar de 2020, du fait de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, l'ASN a adapté son contrôle. Elle a maintenu la priorité sur les inspections à enjeux mais certaines inspections se sont parfois déroulées à distance ou ont été reportées en veillant à ce que la fréquence quadriennale soit respectée. Ainsi, pour 2021, 43 inspections ont été réalisées par l'ASN, représentant 25 % du parc national. Sur les 43 inspections réalisées, 7 ont été conduites intégralement à distance.

2.1.3.1 La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe

Lorsque les installations de radiothérapie sont conçues conformément aux règles en vigueur, les enjeux de radioprotection sont limités pour les professionnels, du fait des protections apportées par l'installation.

Le bilan des inspections réalisées en 2021 ne fait pas apparaître de difficulté dans ce secteur :
- la désignation effective des conseillers en radioprotection a été vérifiée dans la plupart des centres inspectés ;
- les vérifications techniques de radioprotection ont été réalisées dans environ 90 % des centres inspectés et sont satisfaisantes.

2.1.3.2 La radioprotection des patients en radiothérapie

L'évaluation de la radioprotection des patients en radiothérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, rendu obligatoire par la décision n° 2008-DC-0103 de l'ASN du 1er juillet 2008. Cette décision a été abrogée et remplacée par la décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 de l'ASN, applicable depuis le 17 août 2021. Dans le cadre des inspections, l'ASN réalise des vérifications depuis 2016 sur l'adéquation des ressources humaines, notamment la présence du physicien médical et les

3. En 2019, 205 585 personnes atteintes de cancer ont été traitées par radiothérapie pour 4 284 242 séances (source : Observatoire INCa).

modalités d'organisation interne pour assurer le suivi et l'analyse d'événements indésirables – ou dysfonctionnements – enregistrés par les centres de radiothérapie.

La présence du physicien médical, pendant la durée des traitements, est effective dans 100 % des centres inspectés. Un plan d'organisation de la physique médicale existe également dans tous les centres inspectés, mais de qualité inégale selon les centres.

La détection des événements indésirables, leur déclaration (en interne ou à l'ASN) et leur recueil sont jugés globalement satisfaisants. De plus, l'analyse de ces événements indésirables, la définition d'actions correctives et leur capitalisation sont en net progrès : elles sont satisfaisantes dans 74 % des inspections contre 66 % en 2020 (voir graphique 2). Cela confirme une tendance à l'amélioration.

L'amélioration des pratiques par le retour d'expérience et l'évaluation de l'efficacité des actions correctives ont été jugées satisfaisantes pour seulement 30 %, contre 38 % en 2020, des centres inspectés (voir graphique 2). Pour être efficace, ces démarches doivent associer des représentants de l'ensemble des professionnels contribuant à la réalisation des soins. Le manque de disponibilité du personnel, en particulier médical, en limite l'efficacité.

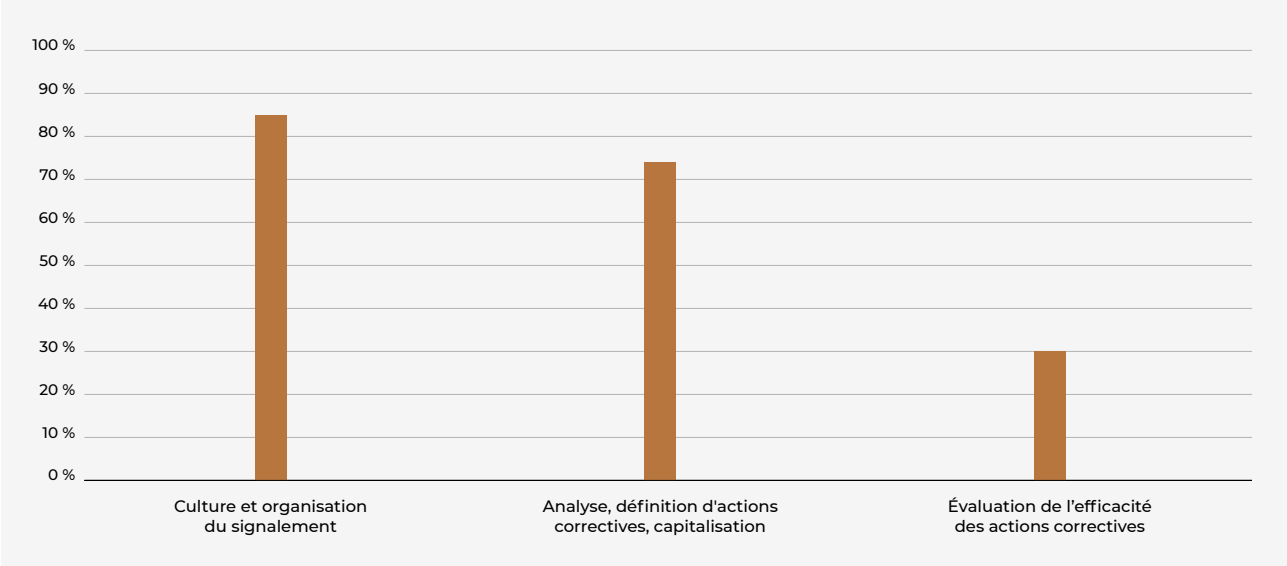
Afin de permettre une réelle amélioration continue de la qualité et de la sécurité des soins, il est nécessaire d'évaluer régulièrement les actions correctives mises en place, d'impliquer l'ensemble des personnels et d'exploiter le retour d'expérience pour réinterroger l'analyse des risques *a priori*, obligatoire en application de la décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 précitée. En effet, seule l'évaluation des actions correctives permet de tester dans la durée la robustesse des mesures prises. L'ajout de points de contrôle peut par exemple constituer une « fausse sécurité » si ceux-ci ne peuvent pas être mis en œuvre par les professionnels pour diverses raisons. En outre, l'analyse des événements peut révéler que les barrières de sécurité mises en place n'ont pas été efficaces comme celles permettant de s'assurer de la délivrance du traitement du bon côté, ce qui doit conduire à réviser l'analyse des risque *a priori* et à réfléchir en équipe à des parades plus efficaces.

La capacité d'un centre à déployer une démarche de gestion des risques a de nouveau fait l'objet d'investigations particulières en 2021. Il en ressort que :

- bien que les exigences de management de la qualité et de la sécurité dans les services de radiothérapie soient respectées dans la plupart des cas, des hétérogénéités persistent d'un centre à un autre. Ainsi, l'analyse des risques *a priori*, obligatoire, n'est complète ou actualisée que dans la moitié des centres inspectés, principalement par manque de formation, de moyens, ou du fait d'un changement de responsable opérationnel de la qualité. Cette incomplétude porte, par exemple, sur des risques résiduels non évalués après mise en œuvre d'actions correctives, ou l'absence de prise en compte du retour d'expérience (par exemple celui d'autres centres, diffusé par des publications de l'ASN – bulletins de la sécurité du patient et fiches de retour d'expérience) ;
- plus généralement, à l'issue des inspections menées depuis 2016, l'ASN considère que le pilotage de la démarche de gestion des risques n'est mis en œuvre de façon satisfaisante que dans la moitié des centres inspectés. Ce sont les centres pour lesquels la direction a défini une politique avec des objectifs opérationnels, partagés, évaluables et évalués, a communiqué sur les résultats de cette politique et alloué les ressources nécessaires, en particulier, au responsable opérationnel de la qualité.

L'ASN constate que l'analyse d'impact d'un changement sur l'activité des opérateurs n'est pas systématiquement réalisée, alors que ces changements sont sources potentielles de déstabilisation, en particulier, pour l'organisation des traitements et les pratiques de travail et peuvent fragiliser des lignes de défense mises en place. À cet égard, il est indispensable de réinterroger l'analyse de risque *a priori* afin de la compléter, le cas échéant, dès lors que de nouveaux processus de travail sont mis en place ou pour vérifier que les barrières existantes sont toujours adaptées. Les enseignements des inspections réalisées en 2021 montrent en effet que, lors de la mise en place d'une nouvelle technique, les centres maîtrisent convenablement la conduite des changements dans 74 % des cas et la mise en place de nouveaux équipements dans

GRAPHIQUE 2 **Pourcentage de conformité des installations de radiothérapie externe relatif à la gestion des événements donnant lieu à la mise en œuvre d'actions correctives en 2021**



ERREUR D'ÉTALONNAGE : UNE ÉTAPE CRITIQUE DU PROCESSUS DE RADIOTHÉRAPIE

Le 23 avril 2021, l'établissement Sainte-Catherine, Institut du cancer – Avignon-Provence, situé à Avignon, a déclaré à l'ASN un événement significatif survenu dans son service de radiothérapie, qui a induit des surdosages de rayonnements ionisants pour plusieurs centaines de patients.

L'événement déclaré est consécutif à des erreurs commises lors de la réalisation de l'étalonnage de faisceaux de photons de l'un des accélérateurs du service de radiothérapie de l'établissement.

Ces erreurs, détectées dix mois après la réalisation de l'étalonnage erroné, ont eu pour conséquence un surdosage lors des séances de radiothérapie externe réalisées sur cet accélérateur. Un total de 749 patients est concerné par au moins une séance de traitement sur cet accélérateur, dont 99 patients ayant reçu un surdosage entre la dose prescrite et la dose délivrée, d'un écart compris entre 5 et 6,8 %.

L'ASN a réalisé une inspection du service de radiothérapie en juin 2021. Compte tenu des conclusions de cette inspection et de l'ESR, l'ASN a décidé de conduire une nouvelle inspection de cet établissement au premier trimestre 2022.

Cet événement concernant plusieurs patients est classé au niveau « niveau 2+ » de l'échelle ASN-SFRO des événements en radiothérapie, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité.

UN BILAN SUR 10 ANS DES ESR CLASSÉS AU NIVEAU 2 DE L'ÉCHELLE ASN-SFRO

Depuis 2008, les ESR affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie sont classés sur l'échelle ASN-SFRO, élaborée par l'ASN, en concertation avec la SFRO. Cette échelle, dédiée à l'information du public, compte 8 niveaux : les écarts de 0 à 1, les incidents de 2 à 3 et les accidents de 4 à 7. La gravité des effets est appréciée en se référant à la classification clinique internationale utilisée par les praticiens (*Common Terminology Criteria for Adverse Events* – grades CTCAE).

Une étude rétrospective sur 10 ans (entre 2008 et 2018) a été menée portant sur le suivi des patients ayant été concernés par un ESR classé à un niveau 2. Les données relatives à 57 ESR et à 112 patients ont été recueillies et analysées par le groupe de travail pluriprofessionnel élaborant le bulletin (GT REX) de l'ASN.

Les résultats de cette étude montrent que 30 % des patients ont été perdus de vue et que le suivi médian est inférieur à 2 ans, illustrant le fait que celui-ci doit être amélioré pour assurer une meilleure prise en charge des patients.

Ainsi, le GT REX rappelle, dans ce bulletin, l'obligation réglementaire de déclarer un ESR et l'obligation morale, consécutive à celui-ci, de suivre les patients sur le long terme, au-delà des exigences de l'INCa (critère d'agrément n° 18 fixant ce suivi à 5 ans). Enfin, le GT émet des recommandations concernant l'organisation et la systématisation du dossier du suivi du patient. Ces recommandations portent sur la création d'un registre de suivi et les items obligatoires à inclure dans le dossier du patient.

66 % des cas. L'ASN note toutefois que ces démarches se déploient progressivement puisque ces chiffres étaient, respectivement en 2020 et 2019, de 58 % et 40 % pour la mise en place d'une nouvelle technique et de 69 % et 25 % pour la mise en place d'un nouvel équipement.

Face aux difficultés constatées en inspection ou lors de l'instruction des ESR, l'ASN a saisi l'IRSN en 2018 pour que des recommandations soient établies pour aider les centres de radiothérapie à s'approprier les modifications matérielles et/ou techniques. L'IRSN a publié en octobre 2021, en partenariat avec les professionnels de la radiothérapie, un *Guide pour l'appropriation d'un changement technique ou matériel en radiothérapie*.

2.1.3.3 Les événements déclarés en radiothérapie externe

En 2021, 97 ESR ont été déclarés en radiothérapie au titre du critère 2.1 (exposition des patients à visée thérapeutique). Parmi ces événements, 55 ont été classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO, soit 57 % du total, et quatre au niveau 2. Ils concernent respectivement une erreur de côté, une erreur d'identification et deux surdosages, dont un dû à une erreur d'étalonnage.

La majorité des événements déclarés en 2021 concerne la radioprotection des patients et sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

Comme les années précédentes, ces événements mettent toujours en exergue des fragilités organisationnelles au niveau :

- de la gestion des flux de dossiers de patients ;
- des étapes de validation, qui sont insuffisamment explicitées ;
- de la tenue des dossiers des patients, permettant d'avoir une vision d'ensemble et un accès, au bon moment, aux données nécessaires.

Des pratiques non harmonisées au sein d'un même centre, des interruptions de tâches fréquentes, une charge de travail importante non maîtrisée avec, notamment, un impact sur les amplitudes horaires de travail, le déploiement d'une nouvelle technique ou pratique constituent des situations qui viennent perturber les activités de travail et fragiliser les mesures de sécurité qui ont été définies dans le système de management de la qualité. Il est ainsi essentiel d'évaluer régulièrement ces mesures et de tirer les enseignements des dysfonctionnements qui se produisent.

En 2021, l'ASN a publié un bulletin sur la sécurité du patient, dressant un bilan à 10 ans de l'utilisation de l'échelle ASN-SFRO pour les ESR classés au niveau 2.

SYNTHÈSE

Les inspections réalisées en 2021 dans près d'un quart des services de radiothérapie, dont une majorité a pu être réalisée sur site malgré les contraintes liées à la pandémie de Covid-19, permettent de confirmer que les fondamentaux de la sécurité sont en place : organisation de la physique médicale, contrôles des équipements, formation à la radioprotection des patients, déploiement des démarches d'assurance de la qualité, recueil et analyse des événements et élaboration des analyses de risque *a priori*. Toutefois, l'évaluation de l'efficacité des actions correctives peine à se généraliser et les analyses de risque *a priori* demeurent toujours relativement incomplètes et insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique ou à l'issue du retour d'expérience des événements. Si les fréquences d'inspection ont été allégées pour prendre en compte les progrès réalisés par les centres de radiothérapie, les services présentant des fragilités ou des enjeux particuliers ont continué à faire l'objet de suivis plus rapprochés en 2021. La survenue d'événements, tels que des erreurs de côté ou d'identification de patients, révèle toujours des fragilités organisationnelles et la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques. Le retour d'expérience des événements illustre également le fait que l'étalonnage des dispositifs médicaux est une étape critique pour la sécurité des soins.

2.2 La curiethérapie

La curiethérapie permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, des tumeurs cancéreuses.

Cette technique consiste à placer des sources de radionucléides, sous forme de sources scellées, au contact ou à l'intérieur des tumeurs solides à traiter. Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium-192 et l'iode-125.

La curiethérapie met en œuvre trois types de techniques, qui diffèrent en particulier par le débit de dose mis en œuvre (détaillées ci-après) en fonction des indications.

À l'instar de la radiothérapie, les enjeux de radioprotection sont liés à l'importance de la dose délivrée au patient et, le cas échéant, aux débits de dose élevés et à la maîtrise des équipements. En outre, s'agissant de source de haute activité, la gestion des situations d'urgence en cas de blocage de source, comme illustré par le retour d'expérience des événements déclarés à l'ASN, ainsi que la sécurité des sources constituent des enjeux spécifiques de la curiethérapie. C'est pourquoi les contrôles de l'ASN portent, en plus de ceux relatifs à la radiothérapie externe, sur la gestion et la sécurité des sources.

2.2.1 La présentation des techniques

Les enjeux de radioprotection en curiethérapie, outre la problématique de la gestion d'une source scellée, sont fonction du débit de dose associé à la technique, du mode de délivrance de l'irradiation à la tumeur (implantation permanente ou temporaire, ou application temporaire). L'utilisation le cas échéant de projecteurs de source évite la manipulation de ces sources par les professionnels et permet la réalisation de soin au patient sans irradiation du personnel ou interruption du traitement lorsque les sources sont stockées dans le projecteur. En revanche, il est nécessaire d'anticiper de possibles situations accidentelles liées au dysfonctionnement du projecteur de source et au débit de dose élevé délivré par les sources utilisées.

La **curiethérapie à bas débit de dose** (***Low Dose-Rate*** – **LDR**) est réalisée au moyen de sources scellées d'iode-125, sous forme de grains implantés de façon permanente, ou de césium-137 appliquées de manière temporaire. Les débits de dose sont compris entre 0,4 et 2 grays par heure (Gy/h).

La **curiethérapie à débit de dose pulsé** (***Pulsed Dose-Rate*** – **PDR**) délivre des débits de dose compris entre 2 et 12 Gy/h et utilise des sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 18,5 gigabecquerels (GBq), qui sont mises en œuvre avec un projecteur de source spécifique. Elle repose sur l'utilisation d'une seule source radioactive se déplaçant pas à pas et s'arrêtant dans des positions et pour des durées prédéterminées. Les doses sont délivrées par séquence de 5 à 20 minutes, voire 50 minutes, toutes les heures pendant la durée du traitement prévu, d'où la dénomination de curiethérapie pulsée.

La **curiethérapie à haut débit de dose** (***High Dose-Rate*** – **HDR**) est réalisée au moyen de sources scellées d'iridium-192 ou de cobalt-60 de forte activité (de l'ordre de 370 GBq). Les débits de dose sont supérieurs à 12 Gy/h. Le traitement est réalisé à l'aide d'un projecteur contenant la source, les traitements sont délivrés, en mode ambulatoire, en une ou plusieurs séances de quelques minutes, réparties sur plusieurs jours.

2.2.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie

Les règles de gestion des sources radioactives en curiethérapie sont analogues à celles définies pour l'ensemble des sources scellées, quels que soient leurs usages (voir point 1.3.1).

Dans le cas des techniques par implants permanents (LDR), les applications sont réalisées en bloc opératoire, sous contrôle échographique, et ne nécessitent pas d'hospitalisation en chambre radioprotégée. S'agissant des projecteurs de sources (en règle générale 18,5 GBq d'iridium-192), cette technique PDR nécessite l'hospitalisation du patient durant plusieurs jours dans une chambre ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée. Enfin, l'activité maximale utilisée dans les projecteurs de sources HDR étant élevée (370 GBq d'iridium-192 ou 91 GBq de cobalt-60), les irradiations ne peuvent être effectuées que dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe en termes de protection collective, en raison du haut niveau de dose utilisé.

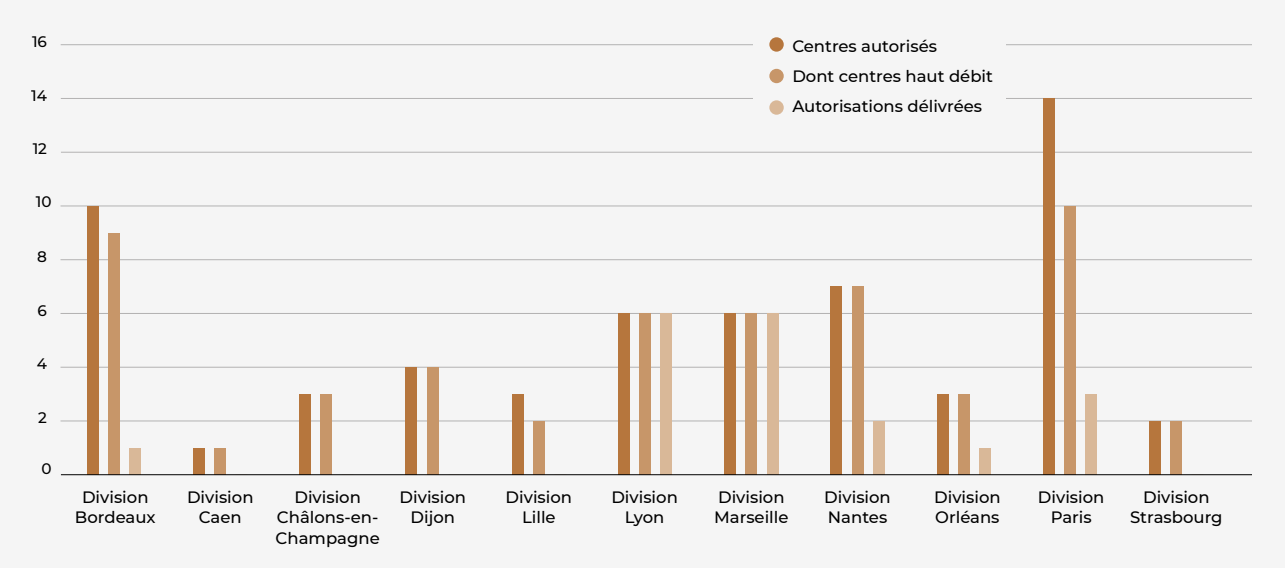
2.2.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie

L'ASN a autorisé 59 centres de curiethérapie, dont 50 utilisent la technique HDR. En 2021, l'ASN a délivré 19 autorisations. Pour la plupart, il s'agissait de la mise à jour de l'autorisation existante (voir graphique 3).

L'activité de curiethérapie est stable. L'observatoire de l'INCa recense 500 à 600 traitements par grains d'iode-125 par an (LDR), 650 à 800 traitements par an pour les cancers gynécologiques (PDR) et environ 3000 traitements par an (HDR).

À l'instar de la radiothérapie externe, la sécurité des soins en curiethérapie constitue, depuis 2007, un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN, en raison de l'importance de la dose délivrée et, le cas échéant, des débits de dose importants. La curiethérapie étant réalisée au sein des services de radiothérapie, le programme d'inspection sur la période 2020-2023 est identique à celui de la radiothérapie externe, avec une fréquence quadriennale et des contrôles analogues à ceux réalisés en radiothérapie externe (voir point 2.1.3.2). Du fait de l'utilisation de sources de haute activité, des contrôles spécifiques portent sur la formation des professionnels, notamment la connaissance des consignes à suivre en cas d'urgence (blocage de source) et la sécurité de ces sources (organisation mise en place pour la gestion des sources, mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé aux sources,

GRAPHIQUE 3 **Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres de curiethérapie, de centres de curiethérapie à haut débit de dose et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation en 2021**



inventaire des sources, protection contre la malveillance et gestion des informations sensibles).

En 2021, 16 inspections ont été réalisées, représentant un peu plus du quart des services autorisés, dont quatre à distance du fait de la pandémie de Covid-19.

2.2.3.1 La gestion des sources

Les sources de curiethérapie sont bien gérées. Ainsi tous les centres inspectés enregistrent le suivi des mouvements des sources, transmettent à l'IRSN l'inventaire de celles-ci et les entreposent en attente de chargement ou de reprise dans un local adapté.

L'arrêté du 29 novembre 2019 fixe les obligations en matière de protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance. Les exigences concernant les barrières et leur temps de résistance pour les sources de catégories A, B et C seront opposables à partir du 1er juillet 2022.

En 2021, les organisations mises en place permettent de connaître la catégorie de chaque source ou lot de sources, dans tous les centres inspectés et la moitié des centres ont délivré à leur personnel les autorisations nécessaires d'accès aux sources scellées de haute activité. En outre, 66 % des centres inspectés ont mis en place des mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources.

L'ASN constate ainsi que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité se déploient progressivement.

2.2.3.2 Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements

Les dysfonctionnements des appareils de curiethérapie pouvant entraîner des blocages ou des mauvais positionnements de la source sont susceptibles de conduire à des surexpositions pour les travailleurs ou les patients, parfois graves (voir point 2.2.3.5). Aussi, ce type d'événement rappelle la nécessité de respecter les conditions techniques d'utilisation de ces dispositifs, les obligations de formation à la gestion des situations d'urgence et de réalisation d'exercices.

2.2.3.3 La radioprotection des professionnels

En 2021, les mesures de radioprotection déployées par les services de curiethérapie en matière de radioprotection des professionnels ont été jugées satisfaisantes. Sur les 16 centres inspectés disposant de sources de haute activité, 11 ont mis en place une formation renforcée aux situations d'urgence et organisé des exercices de mise en situation, notamment pour la gestion des situations liées aux blocages de sources. L'ASN considère que ces efforts doivent être poursuivis pour renforcer la formation à la radioprotection des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité.

2.2.3.4 La radioprotection des patients

Comme pour la radiothérapie externe, l'évaluation de la radioprotection des patients en curiethérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins.

La présence de physiciens médicaux, en nombre suffisant en fonction de l'activité, a été constatée dans l'ensemble des centres inspectés. Le plan d'organisation de la physique médicale est également disponible dans l'ensemble des centres inspectés.

Le système de management de la qualité et de la sécurité des soins

Le bilan qualitatif des inspections réalisées en 2021 a montré que la plupart des services de curiethérapie inspectés ont déployé un système de management de la qualité, en bénéficiant de l'appui des services de radiothérapie externe.

La maintenance et les contrôles de qualité – La majorité des centres dispose d'un inventaire des dispositifs médicaux ainsi que d'un registre de consignation des opérations de maintenance et des contrôles de qualité. En l'absence d'un référentiel réglementaire des contrôles de qualité des dispositifs de curiethérapie, les contrôles de qualité mis en œuvre s'appuient sur des recommandations des constructeurs ou des professionnels.

La maintenance des projecteurs (pour les applications HDR et PDR) – Elle est assurée par les constructeurs, en particulier lors des changements de sources. Les services de curiethérapie s'appuient sur ces contrôles pour garantir le bon fonctionnement des appareils. Des contrôles de l'activité de la source à chaque livraison et de sortie de source sont également réalisés.

DÉCONNEXION DU TUBE DE TRANSFERT DE SOURCE D'UN APPLICATEUR

Le 5 août 2021, le centre Antoine Lacassagne (Nice) a déclaré à l'ASN un incident survenu dans son service de curiethérapie.

En janvier 2021, lors de la deuxième séance de curiethérapie à HDR, un dysfonctionnement a été relevé par le personnel du centre. Il serait lié à une déconnexion du tube de transfert de la source et de l'applicateur. La source aurait été éjectée du projecteur sans atteindre l'organe cible et serait restée pendant plusieurs minutes au contact du patient en dehors de la zone de traitement, où une dose comprise entre 150 et 200 grays (Gy) aurait été administrée. Lors d'une consultation de suivi du patient au mois de juin 2021, l'établissement a observé la présence d'une lésion en dehors de la zone de traitement pouvant être une radionécrose. Il a alors ré-analysé le déroulement des faits et a déclaré un ESR à l'ASN.

L'ASN a procédé à deux inspections du service de curiethérapie du centre, l'une le 10 août 2021 et l'autre, avec l'ARS, le 2 septembre 2021. Ces inspections ont mis en évidence plusieurs écarts réglementaires : absence de déclaration interne de l'incident, défaut de communication interne sur le dysfonctionnement, absence de déclaration de l'ESR sous 48h, carences en effectifs, procédures insuffisamment formalisées, etc.

Ce phénomène de déconnexion entre le tube de transfert de la source et l'applicateur, également identifié comme un dysfonctionnement du dispositif médical, a fait l'objet d'une déclaration de matériovigilance à l'ANSM par le centre.

L'ASN a par ailleurs sollicité l'expertise de l'IRSN sur la reconstitution dosimétrique effectuée par l'établissement, qui a confirmé que le niveau d'exposition à la peau est compatible avec la survenue de la radionécrose.

Compte tenu de l'exposition involontaire du patient ayant conduit à l'apparition d'une radionécrose, l'ASN l'a classé au niveau 3 de l'échelle ASN-SFRO.

2.2.3.5 Les événements déclarés en curiethérapie

En 2021, 8 ESR ont été déclarés en curiethérapie au titre du critère 2.1 (exposition des patients à visée thérapeutique), dont un classé au niveau 3 de l'échelle ASN-SFRO relatif à une exposition involontaire d'une patiente lors d'une curiethérapie HDR.

Par ailleurs, un événement est lié à la perte de grains d'iode-125 au moment de la préparation du traitement, qui a entrainé une exposition inhabituelle des travailleurs sans dépassement de limite de dose.

L'analyse de ces événements souligne que la maîtrise des risques en curiethérapie doit s'appuyer sur des contrôles de qualité adaptés et sur la mise en œuvre de dispositions organisationnelles pour mieux gérer l'information du patient, les sources ou les situations d'urgence.

SYNTHÈSE

En matière de sécurité des soins en curiethérapie, l'ASN ne relève pas de manquement aux règles de radioprotection dans les centres inspectés. La radioprotection des professionnels et la gestion des sources scellées de haute activité sont jugées satisfaisantes. L'effort de formation des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité doit être maintenu, et renforcé pour certains centres. L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité se déploient progressivement, en particulier s'agissant des mesures permettant d'empêcher l'accès non autorisé à ces sources. Les événements déclarés soulignent l'importance d'avoir un système d'enregistrement des événements actif, pour repérer au plus tôt les dysfonctionnements, d'évaluer les risques en situation dégradée (insuffisance des effectifs), de formaliser et enregistrer les contrôles de qualité des appareils.

2.3 La médecine nucléaire

La médecine nucléaire est une discipline médicale utilisant des radionucléides en sources non scellées à des fins de diagnostic (imagerie fonctionnelle *in vivo* ou biologie médicale *in vitro*) ou de thérapeutique (RIV).

Grâce à l'essor de nouveaux radionucléides et de vecteurs, la médecine nucléaire connait depuis quelques années une forte évolution, tant en diagnostic qu'en thérapie.

La médecine nucléaire fait partie des priorités d'inspection de l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sont en particulier liés à l'utilisation de sources non scellées, lesquelles sont susceptibles de conduire à des contaminations et génèrent des déchets et des effluents radioactifs. La médecine nucléaire est en outre le principal contributeur des doses aux extrémités des professionnels du nucléaire (voir point 1.2.1). La gestion des sources, des déchets et des effluents, la radioprotection des travailleurs, la maîtrise de la dispensation des médicaments, au travers des obligations d'assurance de la qualité, et le processus de retour d'expérience font l'objet d'une attention particulière en inspection.

2.3.1 La présentation des techniques

La **médecine nucléaire diagnostic *in vivo*** permet de réaliser une imagerie fonctionnelle, complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie. Cette technique consiste à étudier une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un MRP – administrée à un patient. L'organe ou la fonction étudiée dépend de la nature du MRP utilisé. Le MRP est classiquement formé d'un radionucléide qui peut être utilisé directement (le radionucléide constitue alors le MRP) ou fixé sur un vecteur (molécule, hormone, anticorps, etc.). C'est la fixation spécifique du vecteur qui détermine alors la fonction qui est étudiée. Le tableau 3 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

C'est la détection du rayonnement ionisant issu du radionucléide, grâce à un détecteur spécifique, qui permet la localisation dans l'organisme du MRP et ainsi des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. La plupart des appareils de détection permettent des acquisitions tomographiques et une imagerie en coupe, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes. Selon la nature du radionucléide utilisé, on parle de tomographie à émission monophotonique (TEMP), appelées encore « gamma-caméras », pour les radionucléides émetteurs de rayonnement gamma, et de TEP pour les radionucléides émetteurs de positons.

TABLEAU 3 **Principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire *in vivo***

TYPE D'EXPLORATION	RADIONUCLÉIDES UTILISÉS
Métabolisme thyroïdien	Iode-123, technétium-99m
Perfusion du myocarde	Rubidium-82, technétium-99m, thallium-201
Perfusion pulmonaire	Technétium-99m
Ventilation pulmonaire	Krypton-81m, technétium-99m
Processus ostéo-articulaire	Fluor-18, technétium-99m
Exploration rénale	Technétium-99m
Oncologie – Recherche de métastases	Fluor-18, gallium-68, technétium-99m
Neurologie	Fluor-18, technétium-99m

Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés. Ils associent des caméras TEP ou les gamma-caméras à un scanner (TEP-TDM ou TEMP-TDM).

Selon une enquête menée par l'ASN en 2018 sur le parc des caméras TEMP et « cadmium-zinc-telluride » (CZT) installées en 2017, l'état du parc était de :
- 423 caméras TEMP, dont 70 % couplées à un tomodensitomètre (TDM), pour un total de 924 000 actes annuels ;
- 51 caméras à semi-conducteurs CZT, dont 7 couplées à un TDM, pour un total de 125 000 actes annuels.

Le parc des caméras TEP installées était de :
- 158 caméras TEP, toutes couplées à un TDM, pour un total de 486 000 actes annuels ;
- 4 caméras TEP couplées à une IRM, pour quelque 2 000 actes réalisés annuellement.

La médecine nucléaire diagnostic *in vitro* est une technique de biologie médicale permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient (par exemple, hormones, marqueurs tumoraux, etc.), très utilisée en raison de la sensibilité de détection plus élevée des techniques utilisant des rayonnements ionisants. Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes-anticorps marquées à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie (*Radio Immunology Assay* – RIA). Toutefois, le nombre de laboratoire de diagnostic *in vitro* diminue du fait de l'utilisation de techniques plus performantes en matière de sensibilité de détection, telles l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence. Fin 2019, une cinquantaine de laboratoires de diagnostic *in vitro* étaient autorisés par l'ASN.

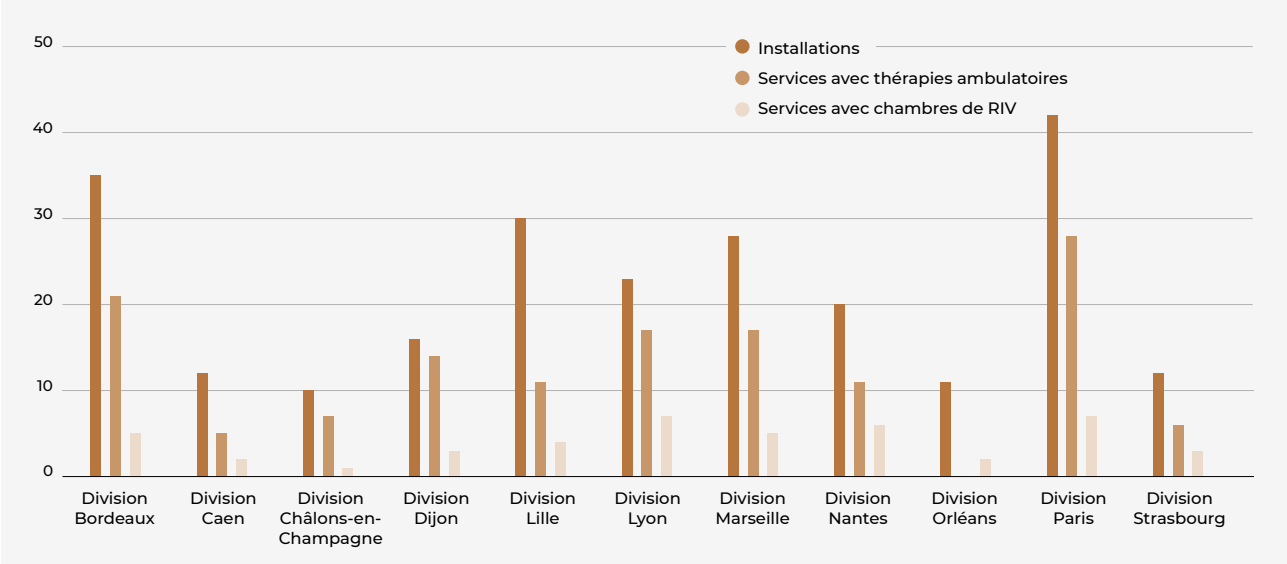
La médecine nucléaire à visée thérapeutique ou RIV utilise l'administration de MRP pour délivrer une dose importante de rayonnements ionisants à un organe cible, dans un but curatif ou palliatif. Deux champs d'applications thérapeutiques de la médecine nucléaire peuvent être distingués : l'oncologie et les affections non oncologiques. La recherche impliquant la personne humaine (RIPH) en médecine nucléaire est particulièrement dynamique ces dernières années, et principalement dans le domaine de la thérapie en oncologie avec l'émergence de nouveaux vecteurs et radionucléides.

Les traitements RIV peuvent être administrés soit par voie orale (par exemple, capsules d'iode-131) soit par voie systémique (injection intraveineuse ou *via* un cathéter).

Selon l'activité administrée ou la nature du radionucléide utilisé, certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides et des cuves recueillent les urines contaminées des patients.

Pour les utilisations à des fins de thérapie, 164 chambres de RIV sont réparties dans 45 services de médecine nucléaire (voir graphique 4).

GRAPHIQUE 4 **Répartition, par division territoriale de l'ASN, des installations de médecine nucléaire, du nombre de services avec thérapies ambulatoires et de services avec chambres d'hospitalisation dédiées à la radiothérapie interne vectorisée en 2021**



Les pharmacies à usage intérieur
Lorsqu'une pharmacie à usage intérieur est autorisée dans un établissement de santé, le local de préparation des MRP au sein du service de médecine nucléaire, appelé « radiopharmacie », fait partie de la pharmacie à usage intérieur. 128 radiopharmacies étaient dénombrées en 2019 au sein des unités de médecine nucléaire dans les établissements publics de santé et les établissements de santé privés d'intérêt collectif, tels que les centres de lutte contre le cancer. Le radiopharmacien a principalement en charge la gestion du circuit du MRP (approvisionnement, détention, préparation, contrôle, dispensation et traçabilité), ainsi que la qualité de sa préparation.

Les équipements
Outre les caméras utilisées dans les unités de médecine nucléaire, environ 400 enceintes radioprotégées sont installées dans les services, afin de manipuler en toute sécurité les sources non scellées.

Sont également utilisés près de 110 dispositifs automatisés ou semi-automatisés de préparation des MRP marqués au fluor-18 et une soixantaine de dispositifs automatisés d'injection.

2.3.2 Les règles techniques applicables aux installations de médecine nucléaire

Les contraintes spécifiques de radioprotection en médecine nucléaire sont liées à la mise en œuvre de radionucléides en sources non scellées. Les services sont conçus et organisés pour recevoir, stocker et manipuler ces sources radioactives non scellées en vue de leur administration aux patients ou en laboratoire (cas de la radio-immunologie). Des dispositions sont également prévues pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients.

Conformité aux règles techniques de conception, d'exploitation et de maintenance des services de médecine nucléaire
Les services de médecine nucléaire doivent répondre aux règles prescrites par la décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014 relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Cette décision précise en particulier les règles pour la ventilation des locaux des services de médecine nucléaire et des chambres accueillant les patients qui bénéficient notamment d'un traitement du cancer de la thyroïde avec l'iode-131. Le Guide n° 32 précisant certains points de cette décision, publié par l'ASN en mai 2017, a été mis à jour en février 2020.

Par ailleurs, les installations équipées d'un TDM couplé à une gamma-caméra ou à une caméra TEP doivent répondre aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X.

La gestion des déchets et des effluents issus des services de médecine nucléaire
La gestion des déchets et effluents potentiellement contaminés par des radionucléides doit être décrite dans un plan de gestion qui comprend, notamment, les modalités de la surveillance des effluents rejetés, conformément à l'article R. 1333-16 du code de la santé publique et à la décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008. Des locaux doivent être dédiés à ces activités, avec des équipements spécifiques permettant notamment de surveiller les conditions de rejets des effluents (niveaux de remplissage des cuves, dispositifs d'alarme de fuites, etc.). La conformité des installations destinées à recueillir les effluents et déchets produits par les services de médecine nucléaire doit être vérifiée régulièrement. Des travaux de révision de la décision ont débuté fin 2020 et conduiront également à faire évoluer le Guide de l'ASN n° 18 du 26 janvier 2012.

Parmi les 15 recommandations du rapport du Groupe de travail *Déversement dans les réseaux d'assainissement des effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche* publiées en juin 2019 sur *asn.fr*, l'une d'entre elles introduit la notion de niveaux guides « contractuels » ou « de gestion » à fixer, le cas échéant, dans l'autorisation de déversement mentionnée à l'article L. 1331-10 du code de la santé publique.

Ces niveaux guides, dont la valeur serait spécifique à chaque établissement, sont des niveaux de gestion qui, en cas de dérive des résultats de mesure, doivent déclencher une investigation et, le cas échéant, des corrections au niveau du système de collecte et d'élimination des effluents de l'établissement. L'ASN a saisi l'IRSN afin de proposer un protocole de mesure et mettre à disposition des établissements une méthode d'exploitation des résultats en vue de définir au plan local ces niveaux guides, qui pourraient figurer dans les autorisations de déversements entre l'établissement générant ces rejets et les gestionnaires de l'assainissement. Les recommandations de l'IRSN sont attendues en 2022.

2.3.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

Le parc des installations de médecine nucléaire, en 2021, comporte 239 services de médecine nucléaire autorisés, dont 45 pratiquant la thérapie RIV à forte activité nécessitant une hospitalisation en chambre RIV, 137 pratiquant la thérapie RIV à activité modérée en ambulatoire et 57 services ne pratiquant que des examens à visée diagnostique.

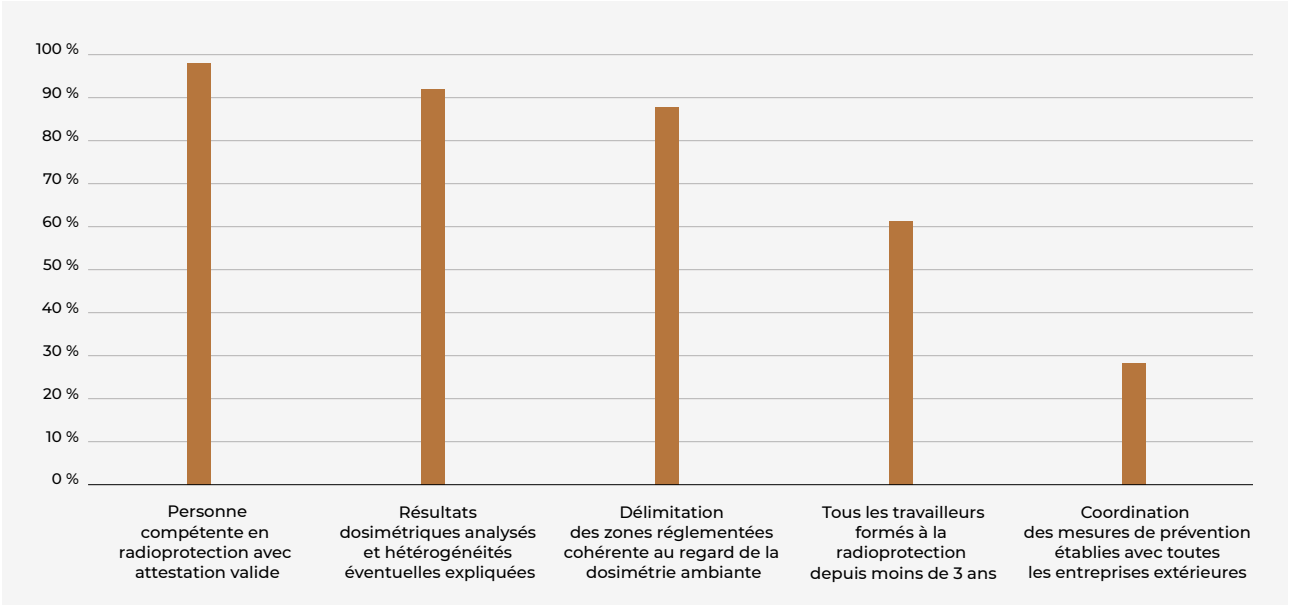
Afin d'avoir un état des lieux sur le territoire national, l'ASN a mené en 2018 une enquête auprès de l'ensemble des unités de médecine nucléaire. Les résultats de cette enquête font état d'un nombre total d'actes annuel en France d'environ 1 537 000 en 2017, dont environ 900 000 actes de scintigraphie ou de TEMP, 125 000 actes avec détection sous caméra à semi-conducteur et environ 500 000 actes par TEP.

Au cours de l'année 2021, 134 autorisations de médecine nucléaire ont été délivrées, dont la majorité concernait des changements de caméras ou des extensions d'autorisation pour permettre l'usage de nouveaux radionucléides.

La programmation des inspections de l'ASN en médecine nucléaire est établie selon une approche graduée, en prenant en compte notamment la répartition des types actes dans les services, avec des enjeux distincts selon qu'il s'agit d'examens à visée diagnostique ou thérapeutique. Dans ce contexte, la fréquence des inspections est fixée de manière quinquennale pour les services ne réalisant que des examens à visée diagnostique, quadriennale pour les services réalisant des examens diagnostics et des thérapies ambulatoires (iode délivrée en activité inférieure à 800 MBq, synoviorthèses, etc.) et triennale pour les services réalisant des thérapies complexes utilisant de l'iode dans les activités délivrées supérieures à 800 MBq, du lutétium-177, de l'yttrium-90 (avec hospitalisation en chambre radioprotégée ou non). En conséquence, environ un quart du parc national est inspecté chaque année, soit environ 15 sur les 45 services réalisant des thérapies complexes, 34 sur les 137 services réalisant des examens diagnostics et des thérapies ambulatoires et 11 sur les 57 services ne réalisant que des examens à visée diagnostique.

Au regard des enjeux de radioprotection, les contrôles de l'ASN portent sur la radioprotection des travailleurs (organisation de la

GRAPHIQUE 5 **Conformité des installations inspectées en relation avec la radioprotection des professionnels en 2021**



radioprotection, délimitation des zones réglementées, dosimétrie d'ambiance, dosimétrie des travailleurs) et des patients (analyse des NRD, contrôles de qualité des dispositifs médicaux, maîtrise de la dispensation des médicaments radiopharmaceutiques) et la gestion des sources (circuit des sources non scellées, de la livraison à leur élimination, tels que les locaux de livraison, les cuves d'entreposage et les rejets des effluents).

En 2021, 79 services de médecine nucléaire ont été inspectés, représentant 33 % des installations. Malgré une situation épidémique se poursuivant, l'année 2021 a permis la réalisation d'inspections qui n'avaient pas pu être menées en 2020. Une seule inspection a été réalisée à distance, dans le cadre de l'adaptation des modalités d'inspections à la situation pandémique.

2.3.3.1 La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire

Sur le plan radiologique, le personnel est soumis à un risque d'exposition externe, en particulier au niveau des doigts, du fait notamment de la manipulation de certains radionucléides (cas du fluor-18, de l'iode-131, du gallium-68 ou de l'yttrium-90), lors de la préparation et de l'injection des MRP, ainsi qu'à un risque d'exposition interne par incorporation accidentelle de substances radioactives.

Les résultats concernant la radioprotection des professionnels (voir graphique 5) montrent que les mesures de radioprotection déployées par les services de médecine nucléaire sont satisfaisantes s'agissant de la désignation d'une Personne compétente en radioprotection (PCR) dédiée à cette activité (attestation valide délivrée par l'employeur dans tous les services inspectés), l'analyse des résultats dosimétriques des professionnels et la cohérence de la délimitation des zones réglementées avec les résultats des vérifications des ambiances de travail.

Deux axes d'amélioration sont cependant identifiés : la mise à jour de la formation des personnels à la radioprotection des travailleurs (61 % des services ont la totalité des professionnels concernés formés depuis moins de trois ans) et la coordination avec les entreprises extérieures, où moins d'un tiers des services de médecine nucléaire ont établi un plan de prévention avec l'ensemble des entreprises intervenantes (28 %).

Par ailleurs, les vérifications techniques de radioprotection ont été réalisées au cours des deux dernières années, à la fréquence réglementaire requise, pour toutes les sources et appareils, ainsi que pour les appareils de mesure et de détection de radioactivité, dans 93 % des 79 services inspectés. Seuls quatre services n'avaient pas remédié, le jour de l'inspection, aux non-conformités, sur les 21 concernés par des écarts.

2.3.3.2 La radioprotection des patients en médecine nucléaire

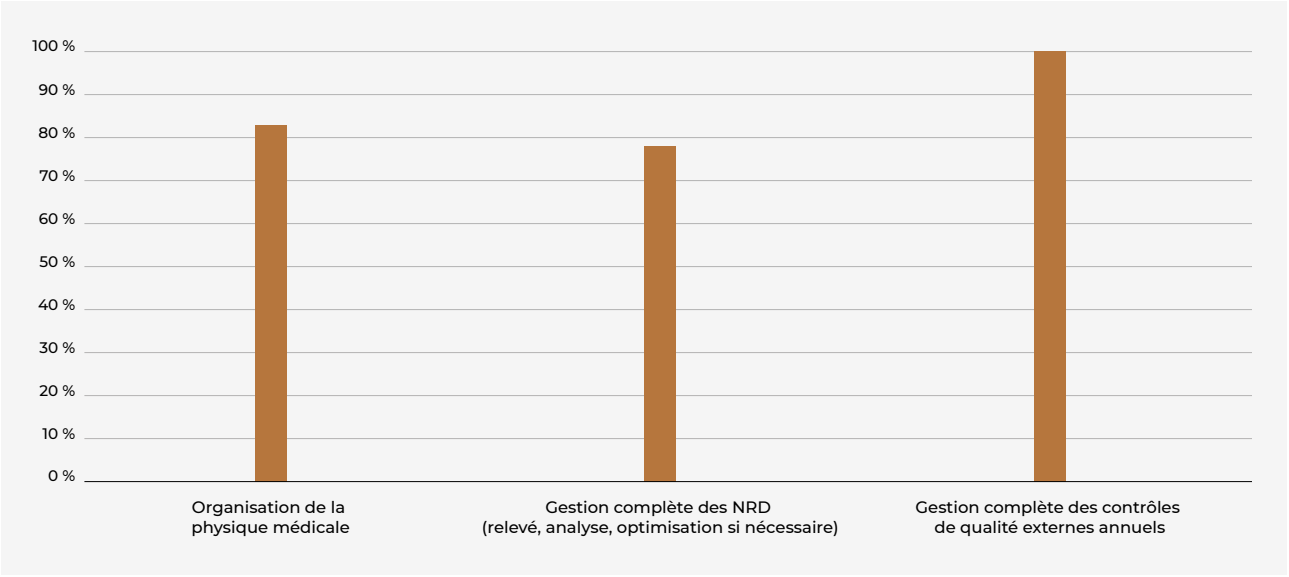
L'ASN évalue, depuis l'entrée en vigueur de la décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019 sur les niveaux de référence diagnostique[4], les nouvelles exigences relatives à la qualité du recueil des doses, leur analyse et l'optimisation mise en place, si celle-ci s'avère nécessaire. Les contrôles opérés étaient satisfaisants pour 78 % des services. En revanche, 22 % des services n'avaient pas procédé à une optimisation de leurs pratiques alors que celle-ci était nécessaire (niveaux d'exposition significativement supérieurs aux NRD).

Les contrôles de qualité externes des deux dernières années ont par ailleurs été réalisés sur l'ensemble des dispositifs médicaux, à la fréquence réglementaire requise, et les non-conformités identifiées ont été levées dans la totalité des services inspectés.

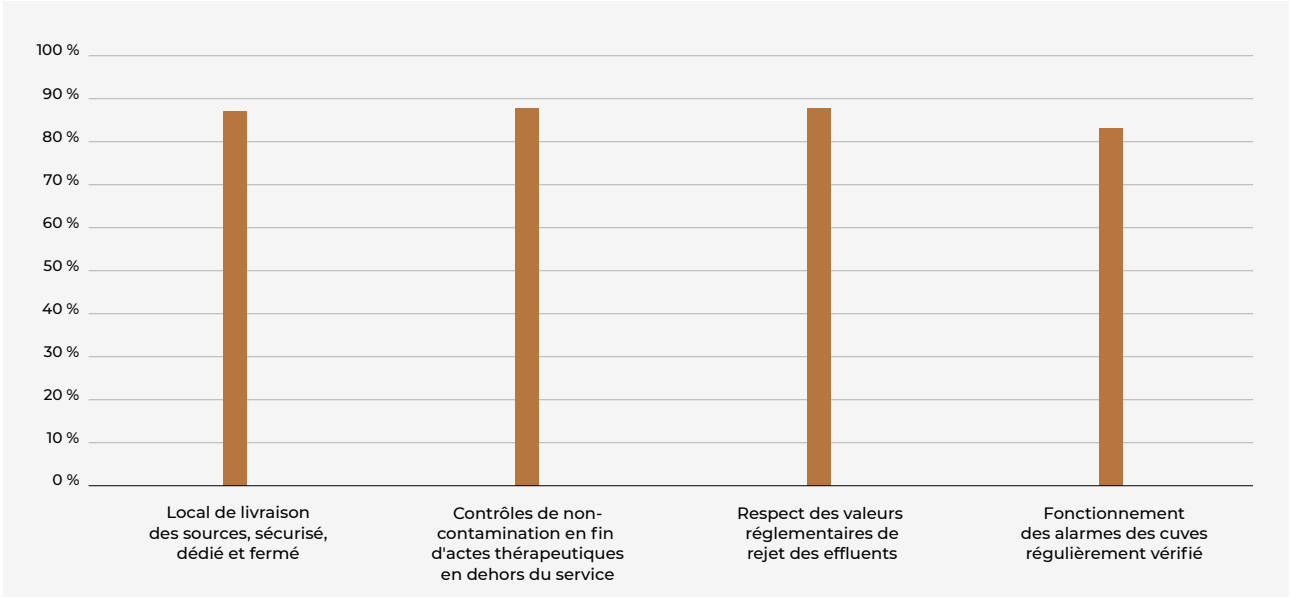
L'organisation mise en place pour permettre l'intervention d'un physicien médical, l'identification de ses missions et la quantification de son temps de présence sur site sont complètement définies dans 83 % des services inspectés (graphique 6). En revanche, dans 15 % des cas, le Plan d'organisation de la physique médicale (POPM) était incomplet et, dans un seul service, l'organisation de la physique médicale décrite dans le POPM a été jugée insuffisante au regard des enjeux liés à l'activité (insuffisance des moyens de la physique médicale pour assurer les tâches telles que, par exemple, les recueils des doses et leur analyse pour le scanner).

4. Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés.

GRAPHIQUE 6 **Conformité des installations inspectées en relation avec la radioprotection des patients en 2021**



GRAPHIQUE 7 **Conformité des installations inspectées en relation avec la protection des populations et de l'environnement en 2021**



Par ailleurs, à la suite de la publication des deux décisions de l'ASN n° 2019-DC-660 et n° 2021-DC-0708 fixant les obligations d'assurance de la qualité, respectivement en imagerie médicale et pour les actes thérapeutiques, l'ASN constate un engagement et un investissement important des services de médecine dans le déploiement des systèmes de management de la qualité et relève une bonne culture de déclaration des événements dans la majorité des services inspectés.

2.3.3.3 La protection de la population et de l'environnement

Le respect des exigences relatives à la protection de la population et de l'environnement a été contrôlé pour l'ensemble des centres inspectés. Ainsi, 87 % des services disposent d'un local de livraison dédié et sécurisé, conforme aux exigences de la décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014. Pour 88 % des services, l'activité volumique des effluents rejetés après décroissance respecte les limites réglementaires (10 becquerels par litre – Bq/L – pour les effluents contaminés après entreposage, ou 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités à l'iode-131) (voir graphique 7). Dans 10 % des cas, le suivi documentaire (registres) reste à améliorer. Les détecteurs de fuites des cuves d'entreposage dans le bac de rétention sont vérifiés à la fréquence requise et les contrôles correctement formalisés pour 83 % des services. Dans 13 % des cas, les fréquences définies dans le plan de gestion des effluents et des déchets (PGED) ne sont pas respectées et les contrôles ne bénéficient pas d'une bonne traçabilité. Seuls deux services inspectés (3 %) présentaient un défaut de contrôle des détecteurs de fuite.

2.3.3.4 Les événements déclarés en médecine nucléaire

Parmi les 79 services inspectés, 74 % disposent d'un système d'enregistrement des événements indésirables. Ces derniers ont analysé les événements et ont fait, lorsque cela était requis, une déclaration à l'ASN. En revanche, 21 % des services inspectés n'avaient pas déclaré leur ESR à l'ASN, principalement par manque de sensibilisation du personnel à la déclaration.

Après une baisse successive sur les deux dernières années, le nombre d'ESR déclarés en 2021 s'élève à 186 ESR, valeur comparable au nombre d'ESR déclarés en 2018.

Comme les années précédentes, la majorité des événements déclarés concerne les patients (> 70 %), qui avaient bénéficié d'un acte de médecine nucléaire. Les événements déclarés sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue au regard des activités injectées (voir graphique 8).

Les événements concernant les patients (133 ESR, soit > 70 % des ESR déclarés)

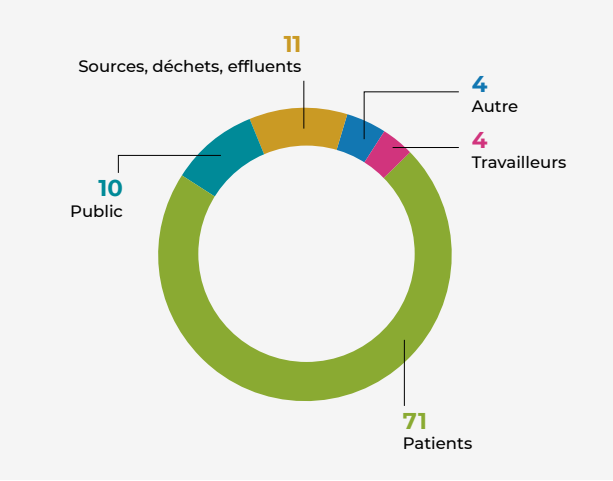
La grande majorité des ESR concernant des patients en médecine nucléaire est due à un problème d'identitovigilance, c'est-à-dire l'administration d'un MRP au mauvais patient, et résulte de dysfonctionnements organisationnels et humains, en général dans des contextes de forte activité. Si la majorité des services a mis en place des systèmes d'enregistrement des événements en application de la décision n° 2019-DC-0660 de l'ASN, les démarches de retour d'expérience restent néanmoins à améliorer dans la grande majorité des services, en particulier pour approfondir les analyses et évaluer la robustesse des actions correctives. Outre les problèmes d'identitovigilance, des erreurs de préparation de MRP, ou des erreurs de prescription, en proportion plus restreinte pour ces dernières, sont également déclarées.

En 2021, cinq événements survenus au cours d'un acte thérapeutique ont été déclarés : une erreur d'identitovigilance concernant la confusion entre deux patients traités par gélule d'iode-131 (un patient a reçu une dose inférieure à la dose prescrite mais conforme à sa pathologie), deux erreurs de ciblage avec les microsphères d'yttrium-90 engendrant une exposition d'organes à risque, un cas de contamination cutanée au lutétium-177 au siège de l'insertion du cathéter (absence de nettoyage du point d'injection) et un cas d'extravasation sans conséquence.

Les événements concernant les professionnels (7 ESR, soit < 4 % des ESR déclarés)

Sept événements concernant des professionnels en médecine nucléaire ont été déclarés en 2021. Ils résultent de contaminations externes, d'exposition externe faisant suite à des contaminations surfaciques (au niveau d'un injecteur automatique et d'une enceinte radioprotégée), d'une surexposition de trois travailleurs séjournant dans une zone qui aurait dû être classée en zone réglementée (pièce attenante à un sas de livraison de MRP), d'une surexposition de travailleurs au cours d'une intervention pour faire face à des débordements de cuves et d'une exposition non-intentionnelle des travailleurs et du public lors d'une erreur de livraison. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été déclaré en 2021.

GRAPHIQUE 8 **Répartition (en %) des ESR en 2021**



Les événements concernant le public (18 ESR, soit < 10 % des ESR déclarés)

Tous les événements ayant concerné des membres du public en médecine nucléaire, excepté un, concernent l'exposition du fœtus de femmes qui ignoraient leur grossesse. Les doses reçues étaient sans conséquence pour l'enfant à naître (source : CIPR, 2007). Un bulletin *La sécurité des patients*, publié en 2021, a été consacré à ce type d'événement (voir point 2.7). Le dernier ESR ayant concerné un membre du public est l'exposition d'un parent resté dans la salle d'examen pendant l'émission de rayons X du scanner de son enfant, contrairement à la procédure.

Les événements concernant les sources, les déchets et les effluents radioactifs (20 ESR, soit 11 % des ESR déclarés)

Ces ESR sont liés majoritairement aux pertes/découvertes de sources, à la dispersion de radionucléides (liée à des débordements de cuves d'effluents radioactifs), à des livraisons non conformes aux autorisations et au rejet non autorisé d'effluents dans l'environnement (vidange de cuves, etc.).

SYNTHÈSE

En médecine nucléaire, les inspections mettent en évidence le fait que la radioprotection est correctement prise en compte dans la grande majorité des services. Néanmoins, des améliorations sont nécessaires dans la gestion des effluents, pour maîtriser les rejets dans les réseaux d'assainissement, la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins libéraux, etc.) et la formation des professionnels. L'ASN constate un investissement important des services de médecine nucléaire dans le déploiement des systèmes de management de la qualité et souligne la bonne culture de déclaration des événements indésirables dans la majorité des services inspectés en 2021. Les événements déclarés soulignent toutefois que le processus d'administration des médicaments doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise, en particulier pour les actes thérapeutiques en raison des conséquences potentiellement graves en cas d'erreur d'administration.

2.4 Les pratiques interventionnelles radioguidées

Les PIR regroupent l'ensemble des techniques d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif et/ou thérapeutique, ainsi que les actes chirurgicaux et médicaux utilisant des rayonnements ionisants à visée de guidage ou de contrôle.

Elles peuvent être pratiquées dans des services d'imagerie dédiés à l'imagerie interventionnelle ou au bloc opératoire. Si les salles fixes de radiologie interventionnelle ont été conçues et aménagées en prenant en compte l'utilisation des rayonnements ionisants, tel n'est pas le cas pour tous les blocs opératoires, qui font progressivement l'objet de mise en conformité. En outre, ces pratiques sont en plein essor et leurs indications se diversifient, concernant de plus en plus de chirurgiens et de médecins de disciplines différentes qui, non spécialistes des rayonnements ionisants, deviennent réalisateurs d'actes les impliquant. De surcroit, les dispositifs utilisés sont de plus en plus sophistiqués. Du fait des niveaux d'expositions mis en jeu, tant pour les patients que pour les professionnels qui peuvent être amenés à travailler à proximité des rayons, les PIR et particulièrement les blocs opératoires, du fait d'une moindre culture de radioprotection, font partie des priorités nationales d'inspection de l'ASN.

2.4.1 La présentation des techniques

Les établissements

Selon les codes de la classification commune des actes médicaux et les données d'activités remontées par les établissements de santé à l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH), 905 établissements pratiquent des PIR à enjeux (en matière de radioprotection) dans une ou plusieurs disciplines. Parmi les PIR à enjeux, peuvent être citées la cardiologie (pose de défibrillateur, angioplastie, etc.), la neurologie interventionnelle (embolisation pour malformation artérioveineuse), la radiologie vasculaire (embolisation du tronc cœliaque), ou bien encore l'embolisation utérine. La répartition du nombre d'établissements par catégorie de PIR est présentée dans le graphique 9.

Les équipements

Les équipements utilisés en PIR sont soit des équipements à arceaux fixes, installés dans les services d'imagerie interventionnelle, où sont exercées les spécialités vasculaires (neuroradiologie, cardiologie, etc.), soit des arceaux déplaçables de radiologie, utilisés principalement dans les salles des blocs opératoires par plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en chirurgie vasculaire, en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie.

Les détecteurs présents sur les équipements à arceaux sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Ces équipements font appel à des techniques utilisant la radioscopie et la radiographie dynamique cadencée (appelée « fluorographie » ou encore « mode ciné ») destinées à produire des images à haute résolution spatiale. Le mode d'obtention des images par soustraction peut être également utilisé par les praticiens, après injection de produit de contraste.

Des dispositifs médicaux de plus en plus performants et sophistiqués sont installés dans les blocs opératoires. Il s'agit de scanners mobiles ou d'arceaux fixes dans des salles dites « hybrides », qui associent les caractéristiques d'un bloc de chirurgie classique à celles d'une salle d'imagerie interventionnelle ; cette combinaison permet au chirurgien d'effectuer de la chirurgie dite « mini-invasive » sous imagerie 2D et 3D. Des scanners fixes couplés à des arceaux fixes commencent également à être installés dans les établissements de santé. Utilisés sans technologie spécifique de réduction de dose, ils peuvent exposer le patient et les personnels, qui interviennent le plus souvent à proximité immédiate du patient, à des niveaux de doses plus élevés que lors d'autres pratiques interventionnelles. Dans ces conditions, compte tenu des risques d'exposition pour l'opérateur et pour le patient, les pratiques doivent être optimisées pour réduire les doses et assurer la radioprotection des opérateurs et des patients.

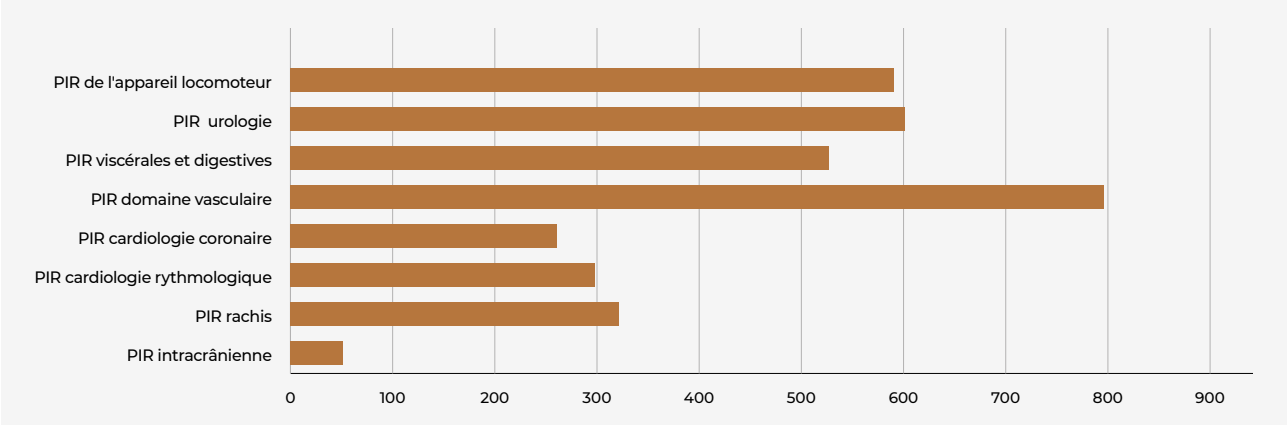
En 2021, les divisions territoriales de l'ASN ont délivré 335 accusés de réception de déclaration de PIR, en diminution par rapport à 2020 compte tenu de l'introduction du nouveau régime d'enregistrement, mis en place depuis le 1er juillet 2021. La nécessité d'une meilleure connaissance des PIR mises en œuvre dans les établissements et d'une vérification de la conformité des installations aux règles d'aménagement en vigueur avant mise en service a conduit l'ASN, dans une approche graduée aux enjeux de radioprotection, à soumettre ces activités à ce nouveau régime, qui correspond à une autorisation simplifiée.

2.4.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux

Les locaux dans lesquels sont réalisées les PIR, blocs opératoires et salles d'imagerie interventionnelle, doivent être aménagés conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 fixant les règles techniques de conception auxquels doivent répondre les locaux où sont utilisés des appareils électriques émetteurs de rayons X.

Les règles de conception des locaux, fixées par la décision, visent à protéger les travailleurs pour limiter leur exposition aux rayonnements ionisants. Les dispositions doivent permettre à tout personnel pénétrant dans un local où un appareil

GRAPHIQUE 9 **Répartition du nombre d'établissements par catégorie de pratiques interventionnelles radioguidées en 2021**



électrique émettant des rayonnements X est présent et utilisé, en l'occurrence le bloc opératoire, d'évaluer le risque pour adopter les mesures de radioprotection adéquates en entrant ou étant présent dans la salle. S'agissant des signalisations, elles s'imposent à l'accès des salles d'opération et à l'intérieur de celles-ci dès lors qu'un appareil y est présent et pour signaler l'émission d'un rayonnement. Il est important de souligner que de nombreux intervenants médicaux ou non-médicaux interviennent au bloc opératoire. Des consignes simples et opérationnelles, dans un contexte de risques multiples et d'environnement complexe, doivent être privilégiées. Les signalisations sont en outre les mesures de prévention parmi les plus efficaces, ainsi que le port de protection individuelle et de dosimètre adapté pour chaque intervenant dès lors qu'une zone réglementée est délimitée en raison du risque d'exposition aux rayonnements ionisants.

2.4.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

Depuis plusieurs années, des ESR sont régulièrement déclarés à l'ASN dans le domaine des PIR. Bien que ces événements soient peu nombreux au regard de l'ensemble des événements déclarés à l'ASN dans le domaine médical, les doses administrées sont importantes (pour une activité diagnostique) et dépassent parfois les seuils de dose au-delà desquels des dommages tissulaires apparaissent (radiodermites, nécroses) chez des patients ayant eu des procédures interventionnelles particulièrement longues et complexes. À ces événements, soulignant les enjeux forts de radioprotection pour les patients, il faut ajouter ceux concernant les professionnels, dont l'exposition peut conduire à des dépassements des limites de dose réglementaires, en particulier au niveau des extrémités (doigts).

Des techniques, de plus en plus performantes et sophistiquées, se développent dans des environnements peu familiers du risque radiologique. Dans ce contexte, optimiser les doses, tant pour les patients que les travailleurs, est essentiel. C'est pourquoi les contrôles de l'ASN portent notamment sur les règles d'aménagement des locaux, la délimitation et la signalisation des zones réglementées, le suivi dosimétrique (extrémités, cristallin) et médical des personnels, la mise à disposition d'équipements de protection individuels. Concernant les patients, une vigilance particulière est portée à l'optimisation des doses délivrées au patient (mise en place de niveaux de référence diagnostique et analyse de doses), la formation des personnels à la radioprotection des patients et à l'utilisation des dispositifs médicaux.

Les PIR étant nombreuses, variées, réalisées dans de multiples services (neuroradiologie, cardiologie interventionnelle, radiologie interventionnelle et bloc opératoire) au sein d'un même établissement, le programme d'inspections est établi pour que l'ensemble des services réalisant des actes à enjeux soit inspecté en 5 ans.

La priorisation des inspections est basée sur le volume d'actes réalisés au sein d'un établissement, la nature de ces derniers, dont dépendent les enjeux de radioprotection pour les patients ou les professionnels, l'état des installations (conformité aux règles d'aménagement des installations), la culture de radioprotection des équipes ainsi que des éléments conjoncturels (ESR, fragilités identifiées dans les établissements déjà inspectés). De l'ordre de 200 inspections sont conduites chaque année.

En 2021, les plateaux de blocs opératoires des centres hospitaliers universitaires et des centres hospitaliers les plus importants, ainsi que les services autorisés par l'ARS (autorisation de soins en rythmologie, cardiologie interventionnelle et neuroradiologie) ont été priorisés. Deux cent dix établissements ont ainsi été inspectés, correspondant à 260 services qui réalisent des PIR. En 2021, 55 % des inspections réalisées ont été effectuées dans les services de bloc opératoire. Pour s'adapter aux contraintes organisationnelles des services dans le contexte de pandémie de Covid-19, 17 établissements ont été inspectés totalement à distance et 38 sous un format mixte, avec un contrôle à distance suivi d'une courte visite sur site.

Caractéristiques des services inspectés

Les 260 services ayant fait l'objet d'une inspection en 2021 se répartissent comme suit :

- parmi les 117 services d'imagerie interventionnelle inspectés figurent 40 services de cardiocoronarographie, 34 de cardiorythmologie, 34 de radiologie interventionnelle vasculaire et ostéo-articulaire et enfin 9 de neuroradiologie. 77 disposaient au moins d'un arceau fixe, 12 d'arceaux mobiles, 9 de scanners fixes et 1 d'un scanner mobile ;
- parmi les 143 services de blocs opératoires inspectés en 2021, 123 disposaient au moins d'un arceau mobile, 7 d'arceaux fixes, 2 d'un scanner mobile et 1 d'un scanner fixe.

Soixante-huit pour cent des services d'imagerie interventionnelle inspectés disposent d'arceaux fixes alors que, dans les blocs opératoires, les médecins utilisent majoritairement des arceaux mobiles (86 %) comme aide au guidage lors de leurs pratiques chirurgicales.

En 2021, un peu plus de 50 % des services contrôlés disposent de salles conformes aux exigences de la décision de l'ASN n° 2017-DC-0591 du 13 juin 2017 fixant les règles techniques d'aménagement et ont établi un rapport de conformité. La situation progresse au rythme des rénovations ou des aménagements de nouvelles salles. Les mises en conformité des salles de bloc opératoire plus anciennes posent encore des problèmes, notamment en ce qui concerne les solutions techniques pour répondre aux exigences de signalisation lumineuse des zones réglementées. La conformité des services de radiologie interventionnelle est meilleure que celle des blocs opératoires (73 services de radiologie interventionnelle pour 53 blocs opératoires) et s'explique notamment par des contraintes techniques plus fortes pour ces dernières, avec des environnements de travail plus complexes.

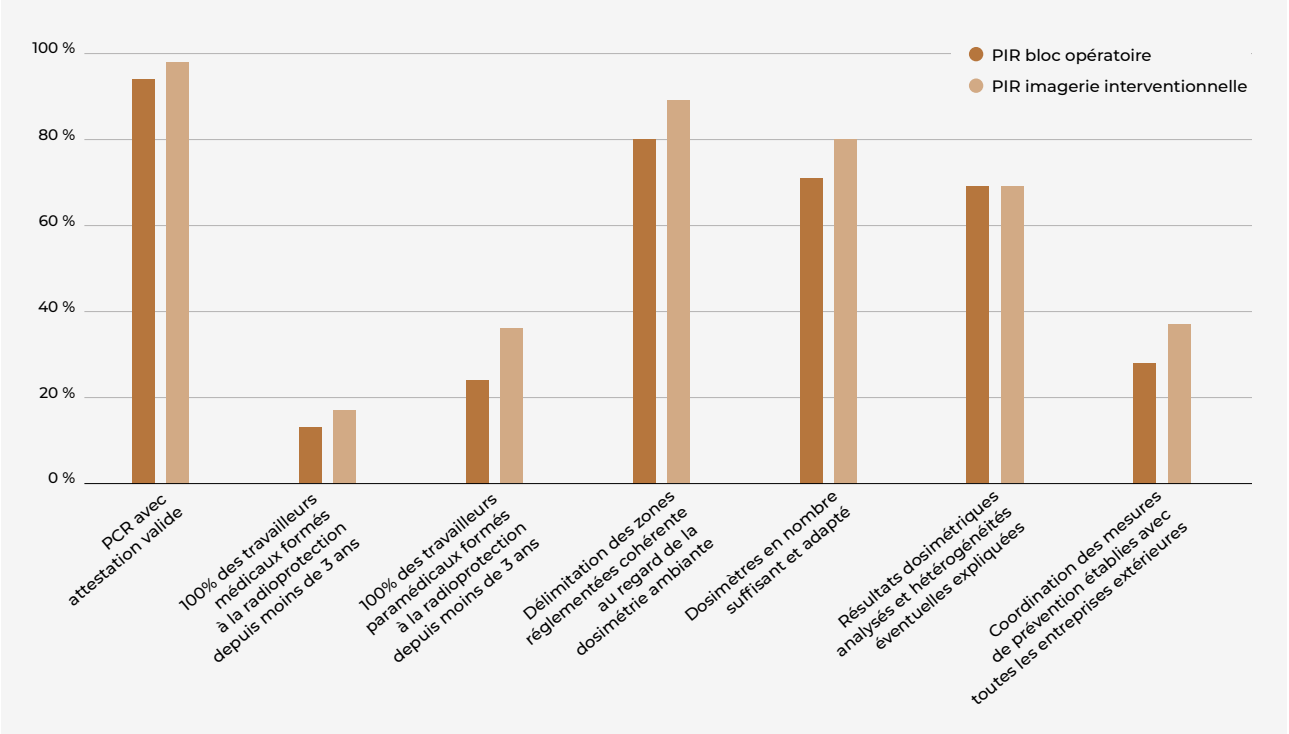
2.4.3.1 La radioprotection des professionnels

Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

La radioprotection des professionnels est jugée très satisfaisante, s'agissant de la nomination d'une PCR (environ 97 % des services inspectés) et de la mise en œuvre du zonage radiologique des installations (85 % des services inspectés). Pour les 3 % restant, il n'y a pas de PCR, ou la PCR externe n'est pas présente lors des PIR comme l'impose la décision n° 2009-DC-0147 de l'ASN du 16 juillet 2009 (graphique 10).

Le manque de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs est un constat récurrent en inspection, tant pour les blocs opératoires que pour les services d'imagerie interventionnelle. Ainsi, pour les services de bloc opératoire, seuls 13 % de ces services ont 100 % de leur personnel médical formé et 24 % des services ont leur personnel paramédical formé à 100 % ; pour les services d'imagerie interventionnelle, les chiffres sont respectivement de 17 % et 36 %. Si on prend comme indicateur 85 % du personnel formé, les taux de service ayant formé leur personnel s'élèvent, respectivement pour le personnel médical et paramédical, à 24 % et 32 % pour les blocs opératoires, 32 % et 53 % pour les services d'imagerie. Ces chiffres sont inférieurs à ceux de 2020, vraisemblablement en raison du contexte sanitaire, qui a entrainé un report des formations et le non-respect des fréquences réglementaires de formation observées en 2021.

GRAPHIQUE 10 **Pourcentage de conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des professionnels en 2021**



Or, cette formation est essentielle pour appréhender les enjeux de radioprotection et identifier les situations à risque, afin d'être en capacité de mettre en œuvre les mesures de prévention pour assurer la sécurité des personnels telles que, par exemple, un positionnement de l'équipement limitant les niveaux d'exposition, la mise en place ou le port des équipements respectivement collectifs et individuels, le port de la dosimétrie, etc.

Enfin, la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures intervenant dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires est meilleure en 2021, avec 31 % des établissements qui ont formalisé ces mesures de coordination dans un plan de prévention avec tous les prestataires, comparativement à 20 % en 2020 pour les établissements qui avaient été inspectés. Cette coordination est particulièrement insuffisante s'agissant de l'intervention de praticiens libéraux au sein d'établissements dans lesquels ils exercent.

Focus sur les blocs opératoires
Les professionnels des blocs opératoires ont à leur disposition, dans 71 % des services inspectés, des dispositifs de suivi dosimétrique en nombre suffisant et adaptés aux expositions des professionnels, situation moins satisfaisante que celle de 2020 (76 % des sites inspectés).

L'absence de suivi dosimétrique adapté pour certains actes radioguidés, notamment au niveau des extrémités, ainsi que l'absence de suivi médical des praticiens, rendent difficile l'évaluation de la radioprotection pour les professionnels des blocs opératoires.

Des difficultés d'ordre organisationnel persistent pour les PCR, lesquelles ne disposent pas toujours des moyens suffisants leur permettant de remplir pleinement leurs missions. Par ailleurs, le temps alloué à leur mission n'est pas toujours adapté, d'autant plus que certains établissements font également reposer la radioprotection des patients sur la PCR. L'ASN constate que les PCR analysent les résultats dosimétriques afin de détecter des mauvaises pratiques et d'y remédier. Dans les blocs opératoires du secteur libéral, le suivi dosimétrique, le suivi médical et, le cas échéant, celui des employés constituent une difficulté récurrente.

Les vérifications techniques de radioprotection
Les vérifications techniques de radioprotection externes n'ont été réalisées à la fréquence requise que dans 40 % des services d'imagerie interventionnelle et 40 % des blocs opératoires, constat en très net recul par rapport à l'année 2020, avec respectivement 79 % et 69 % des vérifications techniques de radioprotection réalisées. Lorsque des non-conformités ont été identifiées, elles ont été levées ou sont en cours de régularisation, à la date de l'inspection, dans 53 % des cas. Du fait de la pandémie, de nombreux services n'ont pas été en mesure de réaliser les contrôles règlementaires en 2020 et accusent donc un retard expliquant le non-respect de la fréquence des vérifications en 2021.

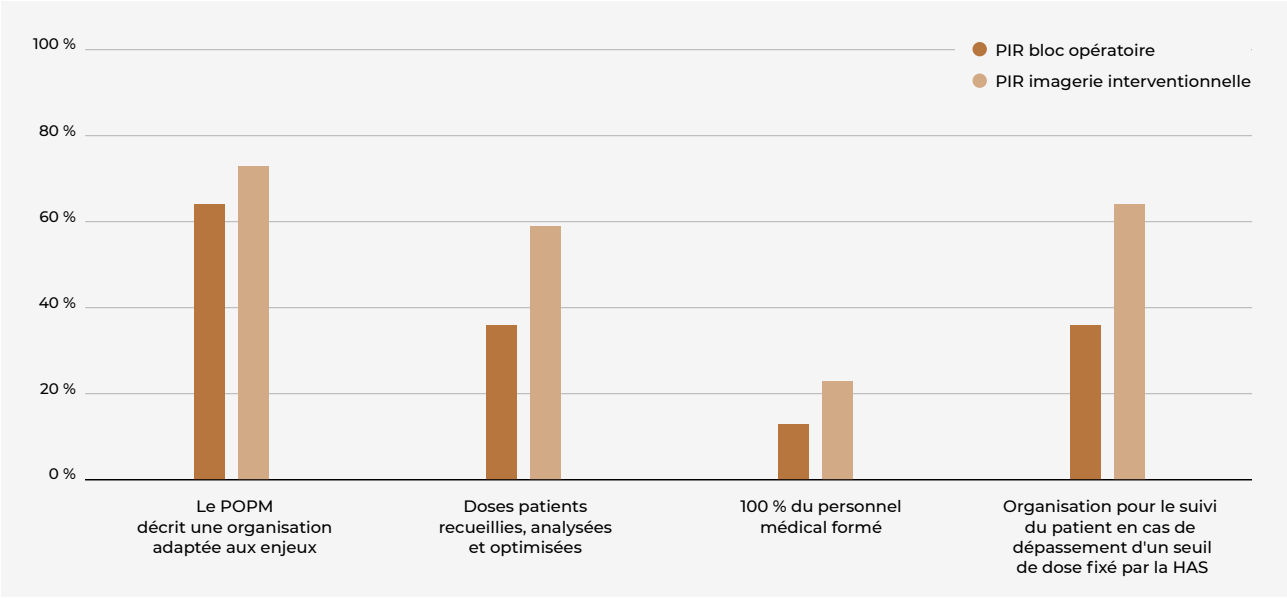
2.4.3.2 La radioprotection des patients

Les constats établis à l'issue des inspections de 2021 mettent en évidence une meilleure prise en compte de la radioprotection des patients (voir graphique 11).

Ainsi, l'ASN constate que 73 % des services pratiquant des actes interventionnels radioguidés, contre environ 60 % en 2020, recourent à un physicien médical et ont un POPM décrivant l'organisation mise en place pour l'intervention d'un physicien médical ; ses missions et son temps de présence sur site sont définis en fonction des activités de l'établissement.

En effet, une collaboration étroite entre opérateurs et physicien médical, ainsi qu'une présence régulière de ce dernier sur le terrain permettent une meilleure utilisation des équipements avec la mise en place de protocoles adaptés aux actes réalisés, le recueil des doses délivrées et l'évaluation au regard des niveaux de référence dosimétriques à définir localement. Lorsqu'il est fait appel à des sociétés proposant des prestations externes en physique médicale, une moindre appropriation de la démarche d'optimisation par l'établissement est constatée. Ces constats ont été notamment observés dans les blocs opératoires, où cette démarche d'optimisation est rarement mise en place et doit nettement progresser.

GRAPHIQUE 11 **Pourcentage de conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des patients en 2021**



Dans les services d'imagerie interventionnelle et dans les blocs opératoires

Les insuffisances constatées concernent toujours, d'une part, la formation des professionnels à la radioprotection des patients (23 % des services d'imagerie interventionnelle ont l'ensemble de leur personnel à jour de leur formation ; 13 % des services des blocs opératoires) d'autre part, l'application du principe d'optimisation des actes s'agissant du paramétrage des appareils et des protocoles utilisés.

L'ASN constate que le recueil, l'analyse et l'optimisation des doses sont plus largement déployés dans les services d'imagerie interventionnelle (59 %) que dans les blocs (36 %). De même, le suivi du patient en cas de dépassement du seuil d'exposition à la peau, défini par la HAS[5], est plus souvent formalisé dans les services d'imagerie interventionnelle (64 %), davantage concernés par des actes conduisant à de tels niveaux d'exposition, que dans les blocs opératoires (36 %).

Des niveaux de référence, pour les examens les plus courants, sont de plus en plus souvent élaborés au niveau local. Cette démarche permet, en outre, de fixer des niveaux d'alerte permettant de déclencher un suivi médical du patient adapté en fonction des niveaux de dose délivrés au patient. Les systèmes d'archivage et d'analyse de la dose au patient se déploient actuellement et facilitent l'élaboration des niveaux de référence et d'alerte locaux par équipement et par type d'acte. Ces systèmes sont un atout pour la connaissance des doses précédemment reçues par le patient et son suivi, et contribuent au principe d'optimisation de la dose délivrée au patient.

Les contrôles de qualité externes des dispositifs médicaux sont généralement réalisés à la bonne fréquence, et les non-conformités étaient levées, ou en cours de mise en conformité, le jour de l'inspection, aussi bien dans les blocs opératoires que dans les services d'imagerie interventionnelle.

2.4.3.3 Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées

Un système d'enregistrement des événements est mis en place dans plus de 76 % des sites inspectés pour les PIR. En 2021, 22 événements significatifs ont été déclarés dans ce domaine (dont 14 concernent le bloc opératoire) :

- 10 événements concernent des surexpositions de patients, certains ayant entraîné des effets tissulaires (une radiodermite) ;
- 9 événements concernent des expositions de professionnels ;
- 3 événements concernent des patientes enceintes exposées lors d'un examen interventionnel radioguidé, ces femmes ignorant leur grossesse au moment de l'exposition.

Par ailleurs, cinq ESR relèvent également d'une déclaration de matériovigilance.

Pour les ESR concernant les patients en PIR, la majorité des surexpositions sont dues à des procédures longues, complexes (en neuroradiologie interventionnelle et en cardiologie). Par ailleurs, deux événements sont liés à des défaillances dans la communication entre les opérateurs de maintenance et les services de cardiologie interventionnelle. Dans le premier cas, les changements de réglage opérés au moment du contrôle qualité externe (CQE) n'ont pas été communiqués à la physicienne, alors que ceux-ci avaient un impact dosimétrique ; le dispositif médical concerné n'étant pas relié à un système de collecte et d'archivage automatique des doses (DACS), les modifications n'ont été connues qu'au moment de la réception du rapport de CQE. Dans le second cas, une insuffisance de coordination entre les différentes équipes médicales qui sont intervenues et une connaissance insuffisante des fonctionnalités du dispositif médical ont été à l'origine de l'événement, qui s'est produit dans le cadre d'une procédure longue, complexe et rare.

Pour les ESR concernant les professionnels en PIR, tous survenus au bloc opératoire, les surexpositions déclarées résultent d'expositions accidentelles, sans dépassement de limite réglementaire. Une formation insuffisante des professionnels, qui pour certains ne portaient pas régulièrement leur dosimètre, ainsi que l'absence d'équipements de protection collectifs ont été mises en évidence.

Tous les ESR concernant la population sont des expositions fortuites de fœtus de femmes enceintes, ignorant leur grossesse, qui ont bénéficié d'un acte thérapeutique au niveau du bassin. Un retour d'expérience spécifique de ce type d'événements a été réalisé en 2021 *via* un bulletin *La sécurité du patient* (voir point 2.7).

5. *Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés – réduire le risque d'effets déterministes du 21 mai 2014.*

SYNTHÈSE

Dans le domaine des PIR, l'ASN constate toujours des retards dans la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception, plus particulièrement dans les blocs opératoires, et rappelle que ces aménagements sont fondamentaux pour prévenir les risques professionnels. Des écarts réglementaires sont encore fréquemment relevés en inspection, tant pour la radioprotection des professionnels que pour celle des patients, avec des situations non satisfaisantes s'agissant de la formation à la radioprotection des travailleurs et des patients, des mesures de prévention lors de co-activité, en particulier avec les praticiens libéraux. Des non-conformités ont été constatées en 2021, liées au non-respect des fréquences des vérifications techniques de radioprotection, les services n'ayant pas été en mesure de les réaliser en 2020 dans le contexte de pandémie. Si le recours aux physiciens médicaux et la formalisation des plans d'organisation de la physique médicale (POPM) semblent se déployer, la mise en œuvre de la démarche d'optimisation doit progresser, en particulier dans les blocs opératoires où l'analyse des doses est encore insuffisamment réalisée. En revanche, la culture du signalement se diffuse, avec la mise en place des systèmes d'enregistrement des événements. La déclaration des ESR souligne que les opérations de maintenance, qui peuvent avoir des répercussions sur les doses délivrées, doivent être correctement encadrées et que la formation des praticiens à l'utilisation des dispositifs médicaux est essentielle pour la maîtrise des doses. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les intervenants au bloc opératoire. Les recommandations pour améliorer la radioprotection dans les blocs opératoires, diffusées en 2020, sont à cet égard toujours d'actualité.

2.5 Le radiodiagnostic médical et dentaire

2.5.1 La présentation des équipements

Le radiodiagnostic médical est fondé sur le principe de l'atténuation différentielle des rayons X dans les organes et tissus du corps humain. Les informations sont recueillies sur des supports numériques permettant le traitement informatique des images obtenues, leur transfert et leur archivage.

Le radiodiagnostic est une des plus anciennes applications médicales des rayonnements ionisants ; il regroupe toutes les modalités d'exploration morphologique du corps humain utilisant les rayons X produits par des générateurs électriques. Occupant une grande place dans le domaine de l'imagerie médicale, il comprend diverses techniques (radiologie conventionnelle, radiologie associée à des pratiques interventionnelles, scanographie, mammographie) et une très grande variété d'examens (rétroalvéolaire, radiographie du thorax, scanner thoraco-abdomino-pelvien, etc.).

La demande d'examen radiologique par le médecin doit s'inscrire dans une stratégie diagnostique tenant compte des informations déjà connues chez le patient, de la question posée, du bénéfice attendu pour le patient, du niveau d'exposition de l'examen et de l'historique des doses et des possibilités offertes par d'autres techniques d'investigation non irradiantes. Un guide à l'attention des médecins (*Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale*) précise les examens les plus appropriés à demander en fonction des situations cliniques.

Si la dose délivrée ne présente en elle-même pas d'enjeu sanitaire de radioprotection, c'est le nombre important d'examens réalisés dans la population qui participe de manière significative à la dose collective d'origine médicale.

2.5.1.1 Le radiodiagnostic médical

La radiologie conventionnelle

La radiographie conventionnelle (réalisation de clichés radiographiques) représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiologiques réalisés.

Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen. La radiologie conventionnelle peut être mise en œuvre dans des installations fixes réservées au radiodiagnostic ou, ponctuellement, à l'aide d'appareils mobiles si la situation clinique du patient le justifie.

L'angiographie

Cette technique utilisée pour l'exploration des vaisseaux sanguins fait appel à l'injection d'un produit de contraste radio-opaque dans les vaisseaux qui permet de visualiser l'arbre artériel (artériographie) ou veineux (phlébographie). Les techniques d'angiographie bénéficient d'un traitement informatique des images (de type angiographie de soustraction digitale).

La mammographie

La glande mammaire, de par sa constitution et la finesse des détails recherchés lors du dépistage du cancer du sein, nécessite l'utilisation de mammographes, appareils spécifiques de radiologie offrant une haute définition et un contraste élevé. Deux techniques d'imagerie complémentaires sont actuellement disponibles, l'imagerie planaire (2D) et l'imagerie par tomosynthèse (3D). Seule l'imagerie planaire, qui fonctionne sous une faible tension et offre une haute définition et un contraste élevé est, à ce jour, validée par la HAS pour le dépistage du cancer du sein. Un groupe de travail, piloté par la HAS, auquel l'ASN participe, évalue la place de la mammographie par tomosynthèse dans la stratégie de dépistage du cancer du sein.

L'usage de ces appareils est soumis à des contrôles de qualité définis par l'ANSM. Les contrôles de qualité en imagerie planaire (2D) sont définis par la décision de l'ANSM du 15 janvier 2020, entrée en vigueur le 15 janvier 2021. L'ASN avait été sollicitée dans ce cadre et avait émis un avis favorable sur le projet de décision relative aux contrôles de qualité interne et externe des installations de mammographie numérique.

Un travail d'actualisation de cette décision est en cours. La future décision mettra à jour les contrôles réalisés sur les mammographes 2D et introduira des contrôles de qualité externes pour les dispositifs de tomosynthèse.

La scanographie

Les appareils de scanographie, appelés aussi TDM, utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube qui se déplace selon une spirale autour du corps du patient (scanner hélicoïdal). Ils permettent la reconstitution en trois dimensions des organes, avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiologie conventionnelle. Le nombre de rangées de détecteurs (scanner multicoupe ou scanner volumique) s'est accru sur les appareils récents, améliorant la finesse des coupes. Un examen peut comporter plusieurs acquisitions hélicoïdales sur une même région anatomique (avec ou sans injection de produit de contraste) ou sur différentes régions anatomiques.

Cette technique peut, comme l'IRM, être associée avec l'imagerie fonctionnelle fournie par la médecine nucléaire afin d'obtenir des images de fusion associant les informations fonctionnelles aux informations structurelles.

Les technologies développées ces dernières années rendent les examens plus faciles et plus rapides à réaliser, et ont entraîné une extension des possibilités d'exploration (exemple des acquisitions volumiques en mode dynamique) et des indications[6]. La mise sur le marché d'équipements de scanographie mobiles pour un usage peropératoire est à souligner, ainsi que l'augmentation des actes interventionnels radioguidés sous scanner.

En contrepartie, ces évolutions technologiques ont entraîné une multiplication des examens, responsables d'une augmentation des doses délivrées aux patients, renforçant la nécessité d'une déclinaison stricte des principes de justification et d'optimisation (voir point 1.3.4). Des progrès techniques permettent toutefois un nouveau mode de reconstruction des images grâce à la reconstruction itérative. La scanographie peut ainsi bénéficier d'une réduction de dose pour une image de qualité constante. Les équipements peuvent également être dotés d'outils de réduction de dose.

La téléradiologie
La téléradiologie offre la possibilité de conduire la réalisation et l'interprétation des examens de radiologie réalisés dans un site à distance. Les échanges doivent s'effectuer dans la stricte application de la réglementation (notamment de radioprotection, de qualité de réalisation et de transfert des images) et des règles de déontologie.

Deux modes d'échange sont principalement pratiqués :
- le télédiagnostic, qui permet à un médecin de proximité (par exemple, médecin urgentiste), non radiologue, de réaliser l'examen puis de télétransmettre les images à un radiologue, en vue d'obtenir une interprétation. Le radiologue peut intervenir, le cas échéant au cours de l'examen, pour guider le manipulateur en électroradiologie dans la réalisation de l'examen et le recueil des images. Dans ce cas, le médecin de proximité est considéré comme le médecin réalisateur de l'acte et en assume la responsabilité ;
- la téléexpertise, qui est un échange d'avis entre deux radiologues, l'un demandant à l'autre « radiologue expert » à distance (téléradiologue) de confirmer ou d'infirmer un diagnostic, de déterminer une orientation thérapeutique ou encore de guider la réalisation de l'examen à distance. Les modes de transmission sont sécurisés et permettent le maintien du secret médical et de la qualité des images.

La téléradiologie met en œuvre des responsabilités multiples, qui doivent être précisées dans la convention qui lie le médecin réalisateur de l'acte au téléradiologue. L'acte de téléradiologie constitue un acte médical à part entière, comme tous les autres actes d'imagerie, et ne se résume pas à une simple interprétation à distance d'images. La téléradiologie s'inscrit donc dans l'organisation générale des soins encadrée par le code de la santé publique et obéit aux règles de déontologie en vigueur.

La charte de téléradiologie éditée par le Conseil professionnel de la radiologie française (G4) a été réactualisée en 2020. Elle précise l'organisation des deux volets de la téléradiologie (télédiagnostic et téléexpertise). Par ailleurs, un guide de bonnes pratiques relatif à la qualité et sécurité des actes de téléimagerie a été publié en mai 2019 par la HAS. La HAS y réalise une mise au point importante sur le bon usage des « examens d'imagerie médicale avec interprétation à distance ». Il a la particularité de traiter également de la télémédecine nucléaire, mise en place dans le but d'assurer un maillage homogène du territoire. Ce guide ne prend pas en compte la mammographie, qui ne peut être faite en téléradiologie, car elle nécessite un examen clinique de la patiente comprenant une palpation.

2.5.1.2 La radiodiagnostic dentaire

La radiographie intra-orale
Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est dans la bouche) permettent la prise de clichés planaires localisés des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde. Cette technique est le plus souvent associée à un système de traitement et d'archivage numérique de l'image radiographique.

La radiographie panoramique dentaire
La radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne, sur une même image, l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

La tomographie volumique à faisceau conique
Dans le domaine de la radiologie dentaire, la tomographie volumique à faisceau conique (3D) se développe très rapidement dans tous les domaines, en raison de la qualité exceptionnelle des images délivrées (résolution spatiale de l'ordre de 100 microns). En contrepartie de performances diagnostiques supérieures, ces appareils délivrent des doses significativement plus élevées qu'en radiologie dentaire conventionnelle. Leur utilisation doit se faire dans le respect des recommandations de la HAS de 2009, dont les conclusions indiquent de ne le proposer que dans certaines indications cliniques bien sélectionnées et rappellent que, dans tous ces cas, les principes fondamentaux de justification et d'optimisation doivent être respectés.

2.5.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire

Les installations de radiologie
Une installation de radiologie comprend le plus souvent un générateur (bloc haute tension, tube radiogène) associé à un socle assurant le déplacement du tube (le statif), un poste de commande et une table ou un fauteuil d'examen.

Les installations mobiles, mais utilisées couramment dans un même local, telles que les générateurs de rayons X utilisés dans les blocs opératoires, sont considérées comme des installations fixes.

Les installations radiologiques doivent être aménagées conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017. Cette décision s'applique à toutes les installations de radiologie médicale, y compris la scanographie et la radiologie dentaire. Sont exclus, cependant, les générateurs de rayons X servant uniquement à la radiographie au lit du patient excluant toute utilisation en mode scopie. Un rapport technique démontrant la conformité de l'installation aux exigences de la décision de l'ASN doit être établi par le responsable de l'activité nucléaire.

Les appareils électriques portables générateurs de rayons X
L'ASN et la Commission radioprotection dentaire ont publié une note d'information en mai 2016 rappelant les règles liées à la détention et à l'utilisation d'appareils électriques portables générateurs de rayons X. « *L'exécution d'examens radiologiques en dehors d'une salle aménagée, à cet effet, doit demeurer l'exception et être justifiée par des nécessités médicales impératives, limitées aux examens peropératoires ou pour des malades intransportables. La pratique de la radiologie en routine dans un cabinet dentaire pourvu d'une installation conforme ne saurait être conduite à l'aide d'appareils mobiles ou portatifs.* »

6. *Une indication désigne un signe clinique, une maladie ou une situation affectant un patient, qui justifie l'intérêt d'un traitement médical ou d'un examen médical.*

Cette position est confortée par celle prise par l'Association européenne des autorités compétentes en radioprotection (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities* – HERCA), pour qui l'utilisation de tels appareils devrait être réservée aux patients non valides, au secteur médico-légal et aux militaires sur le terrain (*Position statement on use of handheld portable dental X-ray equipment* – HERCA, juin 2014).

2.5.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner

Plus de 900 établissements détiennent près de 1 250 équipements. Depuis le 1er juillet 2021, les scanners relèvent du régime d'enregistrement (voir point 1.3.3).

En France, l'exposition à des fins médicales représente la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants, principalement du fait des examens scanographiques (voir chapitre 1). Les examens d'imagerie ont prouvé leur apport, tant pour le diagnostic que pour le traitement. L'enjeu est toutefois d'éviter les examens qui ne sont pas vraiment nécessaires ou sans réel bénéfice pour les patients, et dont le résultat est susceptible d'être obtenu par d'autres techniques disponibles non irradiantes. Afin de maîtriser l'augmentation des doses observées au cours des dernières années, deux plans successifs de maîtrise des doses (voir chapitre 1) ont été élaborés ces dernières années. Prise dans ce cadre, la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale concourt à la maîtrise des doses en exigeant la mise en œuvre opérationnelle des principes de justification et d'optimisation. L'ASN conduit chaque année une vingtaine d'inspection en scanographie, avec une approche graduée, en ciblant les services d'urgence (le plus souvent partagés avec le service de radiologie) et les scanners pédiatriques en raison de la vulnérabilité de cette population. De nombreux ESR en scanner se produisent dans les services d'urgence et sont liés à une mauvaise communication ou organisation entre les professionnels des urgences et de la radiologie. Les contrôles menés par l'ASN portent notamment sur la vérification d'une bonne application des exigences définies par la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale, en particulier la justification des examens et l'optimisation des actes. La plupart des services inspectés a par ailleurs recours à la téléradiologie pour assurer la permanence des soins. L'activité réalisée dans ce cadre entre également dans le contrôle réalisé en inspection. En 2021, 21 inspections ont été réalisées par l'ASN dans le domaine de la scanographie.

Globalement, l'organisation pour la prise en charge des patients à risque (patients vulnérables, enfants, femmes enceintes, etc.) est formalisée et bien suivie (66 %) et plus de la moitié des équipements inspectés disposent d'un logiciel de collecte et d'archivage des données dosimétriques (DACS). Par ailleurs, les différentes étapes de la vérification des demandes d'examen (réception, analyse préalable, validation, substitution, non-réalisation de l'acte) sont bien formalisées (70 %). En revanche les professionnels sont insuffisamment formés à la radioprotection des patients (50 %) et leur habilitation au poste de travail est insuffisamment réalisée et formalisée (30 %).

2.5.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire

313 ESR ont été déclarés dans le domaine du diagnostic médical et dentaire :

- 85 en radiologie conventionnelle, dont 45 chez des femmes ignorant leur grossesse ;
- 226 en scanographie, dont 98 chez des femmes ignorant leur grossesse ;
- deux en radiologie dentaire.

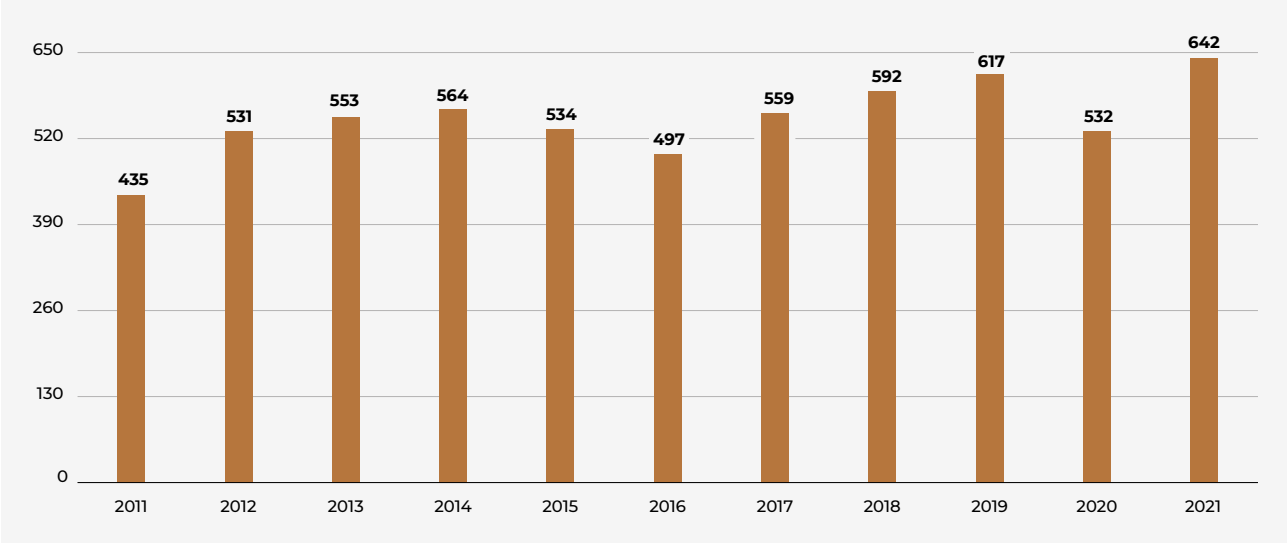
Les ESR concernent principalement des femmes ignorant leur grossesse (143), des défaillances dans le processus de prise en charge des patients (erreur d'identitovigilance, de protocoles, etc.) ainsi que des situations d'exposition inappropriées de professionnels (12). La recherche par les professionnels d'un éventuel état de grossesse doit encore être renforcée. Un bulletin spécifique, *La sécurité du patient*, a été réalisé et diffusé en septembre 2021 afin d'améliorer les organisations pour réduire ce nombre d'événements (voir point 2.7).

Par ailleurs, une fiche « Retour d'expérience » a été mise en ligne en 2021 à la suite d'un ESR déclaré en 2020, concernant la surexposition d'une cohorte de 32 patients, dont 10 enfants, dans un établissement de santé qui venait d'installer un nouveau scanner avec technologie spectrale pour son service d'urgence. L'objectif est de partager les actions correctrices mises en place par l'établissement afin de sécuriser l'utilisation d'un nouveau scanner avec une nouvelle technologie, grâce à une bonne identification des différentes étapes et leur formalisation, notamment dans le système d'assurance de la qualité, pour éviter que ce type d'événement ne se reproduise.

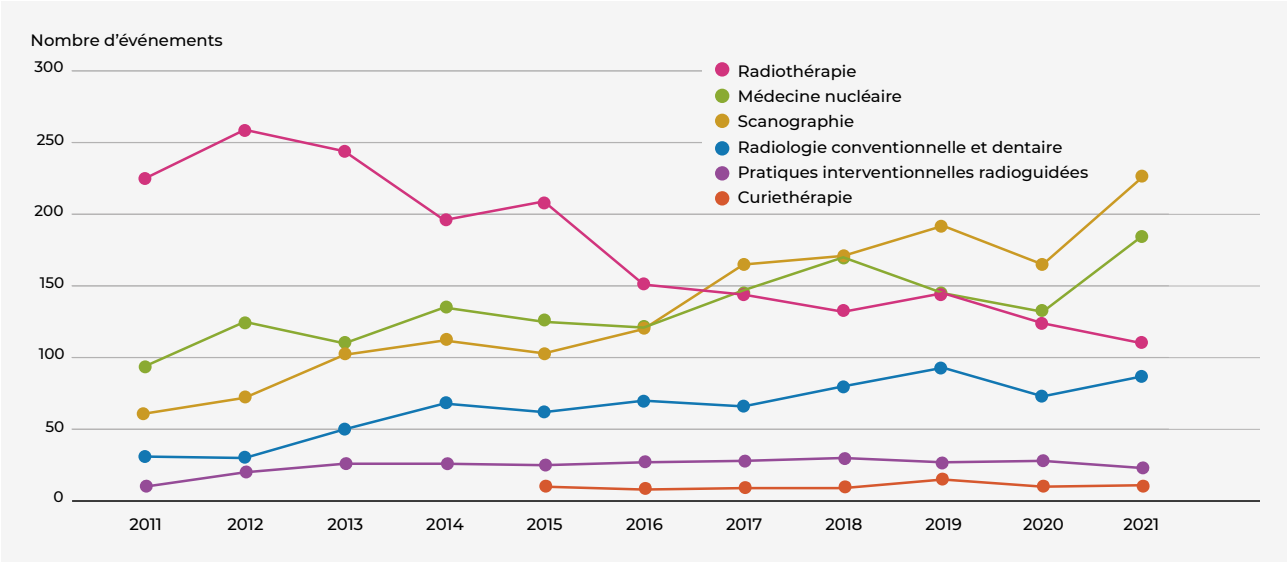
SYNTHÈSE

Dans le domaine de la scanographie, le contrôle de l'ASN porte essentiellement sur le respect du principe de justification, afin d'éviter des doses inutiles aux patients. Sur ce sujet, l'ASN constate toujours, lors de ses inspections menées en 2021, un manque de traçabilité de la justification des examens et des difficultés rencontrées par les professionnels pour la mettre en œuvre. Le manque de formation des médecins demandeurs et de recours au *Guide du bon usage des examens en imagerie médicale*, l'absence de protocoles de justification des actes les plus courants expliquent pour partie le fait que ce principe de justification ne soit pas toujours respecté. En outre, le manque de disponibilité des autres modalités diagnostiques (IRM, échographie) ainsi que de professionnels de santé limitent la substitution d'actes irradiants par des actes non irradiants. Par ailleurs, l'ASN relève que les protocoles d'examens sont optimisés, les contrôles de qualité des dispositifs médicaux réalisés à la fréquence réglementaire requise et que les moyens en physique médicale sont adaptés aux tâches à réaliser.

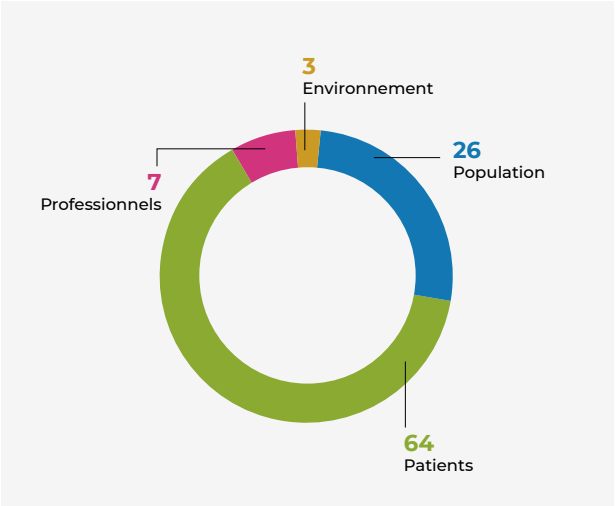
GRAPHIQUE 12 **Évolution du nombre de déclarations annuelles d'ESR de 2011 à 2021**



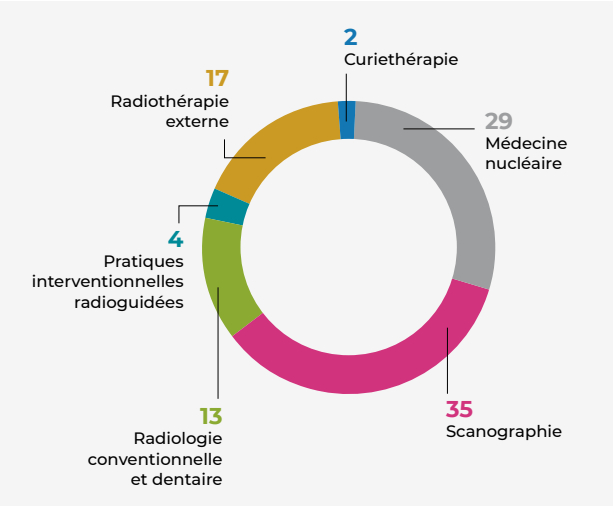
GRAPHIQUE 13 **ESR par catégorie d'activité au cours de la période 2011-2021**



GRAPHIQUE 14 **Répartition (en %) des ESR par domaine d'exposition en 2021**



GRAPHIQUE 15 **Répartition (en %) des ESR par catégorie d'activité concernée en 2021**



2.6 Les irradiateurs de produits sanguins

2.6.1 Description

L'irradiation de produits sanguins est pratiquée pour prévenir des réactions post-transfusionnelles chez les patients recevant une transfusion sanguine. L'irradiation délivre à la poche de sang une dose d'environ 20 à 25 Gy.

Depuis 2009, les irradiateurs à sources ont été progressivement remplacés par des générateurs électriques de rayons X, soumis à déclaration auprès de l'ASN depuis 2015. En 2019, le parc d'irradiateurs comprenait 29 appareils équipés de générateurs électriques de rayons X.

2.6.2 Les règles techniques applicables aux installations

Un irradiateur de produits sanguins doit être installé dans un local dédié dont l'aménagement permet d'assurer la protection physique (incendie, inondation, effraction, etc.). L'accès à l'appareil, dont le pupitre de commande doit pouvoir être verrouillé, est limité aux seules personnes habilitées à l'utiliser.

L'aménagement des locaux accueillant des irradiateurs équipés de générateurs électriques de rayons X doit être conforme aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017.

2.7 Les événements significatifs de radioprotection

En 2021, le nombre d'ESR déclarés à l'ASN (642) dans le domaine médical est en augmentation par rapport aux années précédentes, et particulièrement par rapport à 2020 (année de baisse avec 532 ESR pour toutes les activités, le contexte de la pandémie de Covid-19 étant vraisemblablement l'un des facteurs explicatifs). L'ASN rappelle l'importance des démarches de déclaration des ESR pour définir un retour d'expérience commun et faire progresser la radioprotection.

Les graphiques 12 et 13 permettent d'illustrer l'évolution du nombre d'ESR par catégorie d'activité depuis 2011. Les graphiques 14 et 15 illustrent la répartition du nombre des ESR en 2021 par domaine d'exposition (impact sur l'environnement, exposition de la population, exposition des patients, exposition des professionnels) et par catégorie d'activité.

Au vu des événements déclarés à l'ASN en 2021, les constats les plus significatifs du point de vue de la radioprotection des patients sont, en radiothérapie, des erreurs de côté, d'identification du patient et d'étalonnage (quatre ESR de niveau 2 sur l'échelle ASN-SFRO, voir encadré) ; en curiethérapie, la déconnexion non identifiée du tube de transfert de source d'un applicateur (un ESR de niveau 3 sur l'échelle ASN-SFRO lors d'une curiethérapie à haut débit de dose, voir encadré) ; en médecine nucléaire diagnostique, des erreurs d'identification, c'est-à-dire, l'administration d'un MRP au mauvais patient, résultant de dysfonctionnements organisationnels et humains, en général dans des contextes de fortes activités ; en médecine nucléaire thérapeutique, une erreur d'identitovigilance sans conséquence (sous-dosage) et deux fuites de microsphères d'yttrium-90 vers des zones qui ne devaient pas être exposées. Enfin, pour les PIR, la majorité des événements concernant les patients est due à des procédures longues, complexes (en neuroradiologie interventionnelle et en cardiologie). Par ailleurs, deux événements ayant entraîné des surexpositions sont liés à des défaillances dans la communication entre les opérateurs de maintenance et les services de cardiologie interventionnelle.

Les femmes enceintes ignorant leur grossesse représentent un tiers des ESR déclarés annuellement à l'ASN, soit environ 200 cas par an. Cette situation a conduit à partager en 2021 un retour d'expérience au moyen d'un bulletin, *La sécurité des patients*, consacré à cette thématique, qui concerne essentiellement des examens diagnostiques, afin de renforcer la vigilance des équipes et sensibiliser les femmes en âge de procréer pour limiter la survenue de telles expositions.

BULLETIN *LA SÉCURITÉ DU PATIENT* « RAYONNEMENTS IONISANTS : LIMITER LES EXPOSITIONS DES FEMMES IGNORANT LEUR GROSSESSE »



Les expositions aux rayonnements ionisants de femmes enceintes qui ignoraient leur grossesse représentent la principale cause d'ESR déclarés à l'ASN en scanographie et en radiologie conventionnelle. Cela équivaut à près de 200 cas par an, soit le tiers des 600 ESR déclarés annuellement à l'ASN.

Avec près d'un million de grossesses par an en France (nombre de grossesses total, incluant les naissances et les interruptions volontaires de grossesse), la problématique concerne l'ensemble des professionnels de santé, demandeurs ou réalisateurs d'actes diagnostiques ou thérapeutiques, car ils sont tous amenés à prendre en charge des patientes en âge de procréer.

Le Groupe de travail pluridisciplinaire appelle, au travers de ce bulletin, à renforcer la vigilance des équipes, afin d'éviter les doses à l'embryon ou au fœtus. Seuls doivent être pratiqués les examens radiologiques nécessaires à la bonne santé de la femme dont la grossesse est connue. L'ensemble des professionnels (secrétaire, manipulateur, physicien, médecin généraliste, sage-femme, radiologue ou autre spécialiste) doivent partager la même préoccupation de sensibiliser les patientes et d'investiguer les éventuelles grossesses.

3 // Synthèse et perspectives

Si l'année 2021 a également été marquée par la pandémie de Covid-19, les perturbations du système de soins n'ont pas conduit l'ASN à infléchir son programme d'inspection. En particulier, les fréquences définies en fonction des enjeux liés aux différentes activités nucléaires du domaine médical ont été respectées. Vingt pour cent des inspections ont été menées complètement ou partiellement à distance.

L'ASN considère, sur la base des inspections conduites en 2021, que, malgré l'impact de la pandémie de Covid-19 sur le fonctionnement des services de santé, l'état de la radioprotection dans le domaine médical est comparable à celui des années 2019 et 2020, traduisant le fait que les services ont su s'adapter et maintenir un bon niveau de radioprotection. Ainsi, aucune défaillance majeure n'a été détectée dans les domaines de la radioprotection des professionnels, des patients, de la population et de l'environnement. Toutefois, du fait de la pandémie, des retards dans la réalisation des vérifications techniques de radioprotection pour les PIR ont été constatés, conduisant à un non-respect des fréquences réglementaires. Par ailleurs, la coordination des mesures de prévention lors d'interventions extérieures, en particulier, celles des praticiens libéraux, doit être renforcée dans le domaine de la médecine nucléaire et des PIR. Enfin, la sensibilisation des personnels du bloc opératoire, utilisateurs non spécialistes des rayonnements ionisants, tels que les chirurgiens, reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux et une appropriation des mesures de radioprotection dans ce secteur où, de surcroît, la mise en conformité des locaux se déploie trop lentement. Les événements déclarés à l'ASN soulignent que la formalisation des pratiques, l'explicitation des validations, l'encadrement des prestations de maintenance et la déclaration des événements indésirables sont essentiels pour sécuriser les pratiques.

L'ASN poursuivra en 2022 ses inspections dans les secteurs de la radiothérapie, de la médecine nucléaire, des PIR et de la scanographie, dans la continuité des contrôles opérés en 2021, avec une attention particulière portée aux points de fragilité identifiés en 2021 (fréquence des vérifications de radioprotection, coordination des mesures de prévention lors d'interventions extérieures, notamment celle des praticiens libéraux, formation à la radioprotection des travailleurs, des patients et à l'utilisation des équipements, mise en conformité des blocs opératoires aux règles d'aménagement en vigueur) ainsi qu'à la mise en œuvre des nouvelles obligations d'assurance de la qualité pour les activités nucléaires à visée thérapeutique, entrées en vigueur en juillet 2021 (décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021).

Au plan réglementaire, l'ASN poursuivra en 2022 les travaux de révision de la décision n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides ainsi que sa contribution aux travaux réglementaires menés par le ministère chargé de la santé portant sur les missions des physiciens médicaux, l'organisation de la physique médicale ainsi que le déploiement des audits cliniques. Par ailleurs, l'ASN engagera les travaux de mise à jour de la décision n° 2010-DC-0192 du 22 juillet 2010 relative au contenu détaillé des informations qui doivent être jointes aux demandes d'autorisation ou de renouvellement d'autorisation.

Enfin, l'essor de nouveaux radionucléides et vecteurs en médecine nucléaire, de nouveaux dispositifs médicaux de plus en plus performants et sophistiqués, de nouvelles pratiques et indications cliniques dans les différents secteurs d'activités nucléaires, reste une préoccupation majeure de l'ASN. En collaboration avec les différents acteurs institutionnels du domaine de la santé, les sociétés savantes, en s'appuyant sur ses groupes d'experts, en particulier le Canpri, l'ASN s'attachera à identifier les enjeux de radioprotection, à promouvoir et faciliter, dans un contexte de forte innovation, des cadres de fonctionnement sûrs, avec une attention particulière portée à la justification générique de ces nouvelles techniques, afin de pouvoir en évaluer les bénéfices pour les patients sur le plan de la radioprotection.

1 Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants ..... P. 238

1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées
- 1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques
- 1.1.2 L'activation neutronique
- 1.1.3 Les autres applications courantes

1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées

1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants
- 1.3.1 Les principales applications industrielles
- 1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire
- 1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

2 L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires ..... P. 244

2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants

2.2 Les activités non justifiées ou interdites
- 2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction
- 2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

2.3 Les évolutions réglementaires
- 2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants
- 2.3.2 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

2.4 Les autorisations, enregistrements et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires
- 2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales
- 2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables
- 2.4.3 Le nouveau régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)
- 2.4.4 Les statistiques de l'année 2021

3 L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire ..... P. 252

3.1 La radiographie industrielle
- 3.1.1 Les équipements utilisés
- 3.1.2 L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle

3.2 Les irradiateurs industriels
- 3.2.1 Les équipements utilisés
- 3.2.2 L'état de la radioprotection

3.3 Les accélérateurs de particules
- 3.3.1 Les équipements utilisés
- 3.3.2 L'état de la radioprotection

3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées
- 3.4.1 Les équipements utilisés
- 3.4.2 L'état de la radioprotection

4 Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN ..... P. 261

4.1 Les enjeux

4.2 Les cyclotrons

4.3 Les autres fournisseurs de sources

5 Conclusion et perspectives ..... P. 265





08

Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources

08 LES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS ET LES UTILISATIONS INDUSTRIELLES, VÉTÉRINAIRES ET EN RECHERCHE DE CES SOURCES

Le secteur industriel et la recherche utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la réglementation relative à la radioprotection est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la gestion des sources, souvent mobiles et utilisées sur les chantiers, et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

Les rayonnements utilisés proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de toutes les sources, les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 7) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base (celles-ci sont présentées dans les chapitres 10, 11 et 12).

La mise à jour en cours du cadre réglementaire des activités nucléaires, inscrit dans le code de la santé publique, conduit à un renforcement du principe de justification à la prise en compte des radionucléides naturels, à la mise en œuvre d'une approche plus graduée au niveau des régimes administratifs et à la mise en place de mesures de protection des sources contre les actes de malveillance. Dès janvier 2019, le contrôle des activités industrielles, de recherche et vétérinaires a été modifié de manière substantielle, par l'extension du régime déclaratif à certaines activités nucléaires mettant en œuvre des sources radioactives. La poursuite d'une meilleure adaptation des régimes administratifs aux enjeux de radioprotection présentés par les différentes activités nucléaires exercées s'est concrétisée en 2021 par l'entrée en vigueur effective au 1er juillet du nouveau régime d'autorisation simplifiée, appelé « enregistrement ».

1 // Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées

Les sources radioactives scellées sont définies comme les sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant. Leurs principales utilisations sont présentées ci-après.

1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

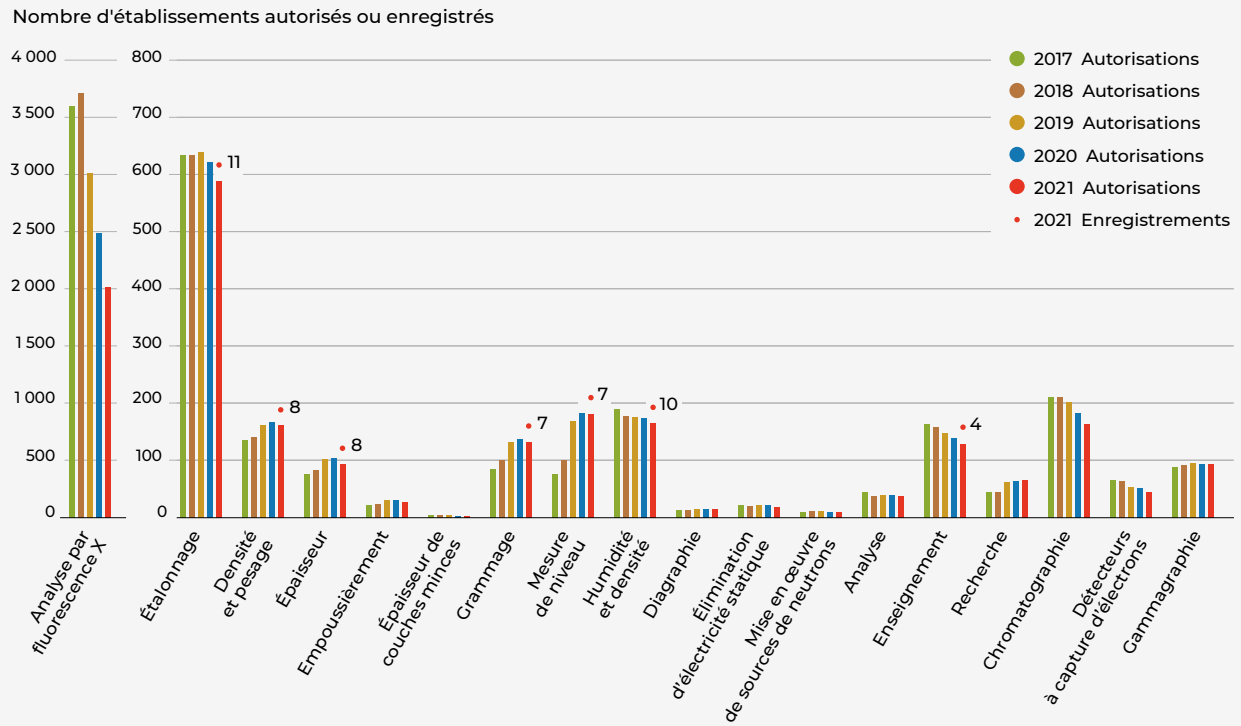
Les radioéléments les plus couramment employés sont le carbone-14, le cobalt-60, le krypton-85, le césium-137, le prométhéum-147 et l'américium-241. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels et quelques gigabecquerels.

Les sources sont utilisées à des fins de :

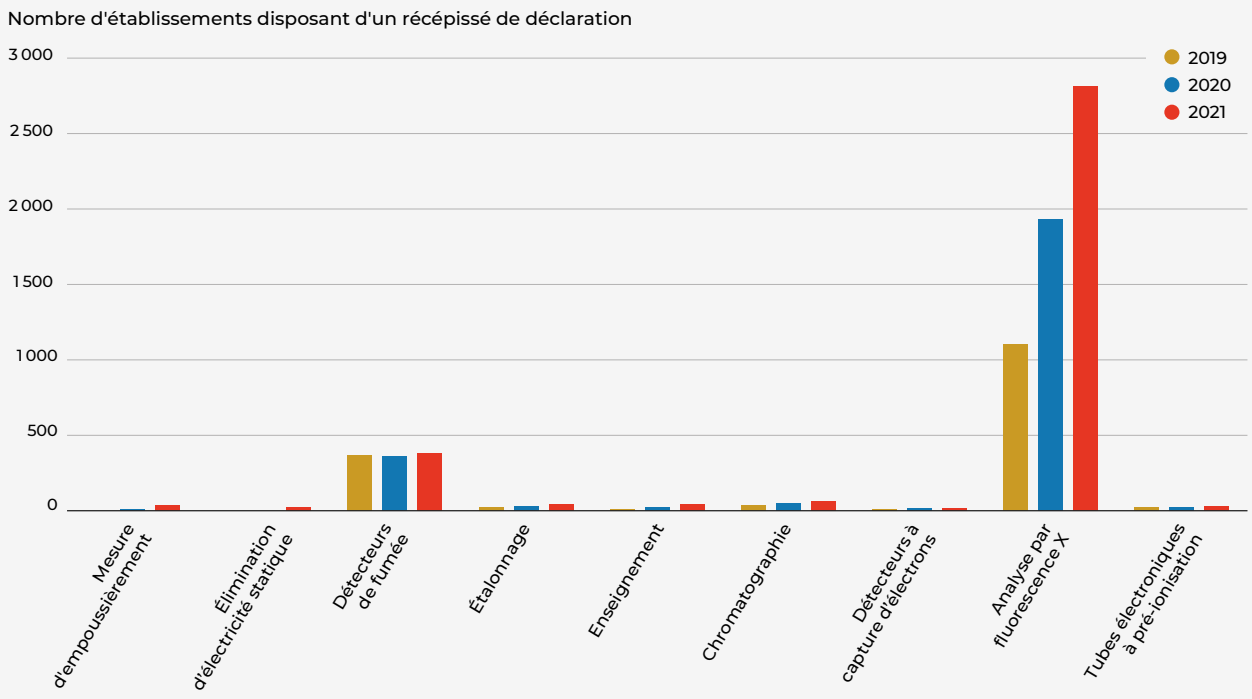
- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du filtre, ce qui permet de déterminer ce taux. Les sources utilisées le plus fréquemment sont des sources de carbone-14 (d'une activité de 3,5 mégabecquerels – MBq) ou de prométhéum-147 (d'une activité de 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air, par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;
- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier, et donc son grammage. Les sources utilisées sont, en général, constituées de krypton-85, ou de prométhéum-147, avec des activités ne dépassant pas 3 gigabecquerels (GBq) ;
- mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal mesurée sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme, etc.). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, des sources d'américium-241 (d'une activité de 1,7 GBq) ou de césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 37 mégabecquerels – MBq) ;
- mesure de densité et de pesage : le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, en américium-241 (d'une activité de 2 GBq), en césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 100 MBq) ou en cobalt-60 (d'une activité de 30 GBq) ;

UTILISATION DES SOURCES RADIOACTIVES SCELLÉES PAR FINALITÉS

GRAPHIQUE 1A **Répartition des autorisations ou des enregistrements des sources radioactives scellées**



GRAPHIQUE 1B **Répartition des déclarations des sources radioactives scellées**



- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces appareils fonctionnent avec une source de césium-137 et un couple de sources d'américium-béryllium ;
- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant une source de cobalt-60, de césium-137, d'américium-241 ou de californium-252. Certaines sources utilisées sont des sources scellées de haute activité.

1.1.2 L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes dans la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, les articles R. 1333-2 et R. 1333-3 du code de la santé publique interdisent l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation. Des dérogations sont cependant susceptibles d'être accordées dans un nombre de cas très limité (voir point 2.2.1).

1.1.3 Les autres applications courantes

Des sources radioactives scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

- l'irradiation industrielle, notamment utilisée en stérilisation (voir point 3.2.1) ;
- la gammagraphie, qui est une technique de contrôle non destructif (voir point 3.3.1) ;
- l'élimination de l'électricité statique ;
- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements) ;
- l'enseignement, lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité ;
- la détection par capture d'électrons. Cette technique met en œuvre des sources de nickel-63 dans des chromatographes en phase gazeuse et permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques ;
- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques ;
- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation en particulier dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent des sources de cadmium-109 (d'une période de 464 jours) ou de cobalt-57 (d'une période de 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1 500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1er janvier 1949, lors de toute vente, de tout nouveau contrat de location ou des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Les graphiques 1A et 1B précisent le nombre d'établissements autorisés, enregistrés ou déclarés mettant en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution au cours des cinq dernières années.

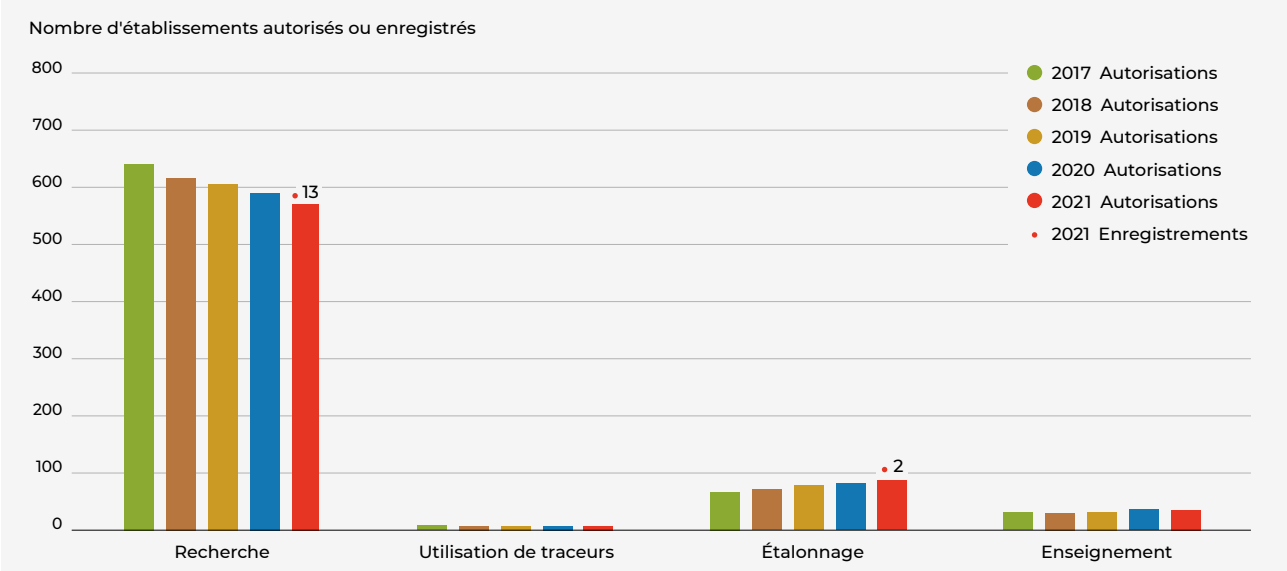
Il convient de noter :

- qu'un même établissement peut exercer plusieurs de ces activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1 et dans les diagrammes suivants ;
- que la répartition pour une même finalité d'utilisation entre les régimes d'autorisation, d'enregistrement et de déclaration (sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants) n'est à ce stade pas stabilisée, car les changements d'actes administratifs concernant les activités nucléaires soumises à déclaration depuis le 1er janvier 2019 vont s'étaler jusqu'au 31 décembre 2023 (voir point 2.4.2) et jusqu'au 1er juillet 2026 (voir point 2.4.3) pour celles soumises à enregistrement depuis le 1er juillet 2021.

1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées

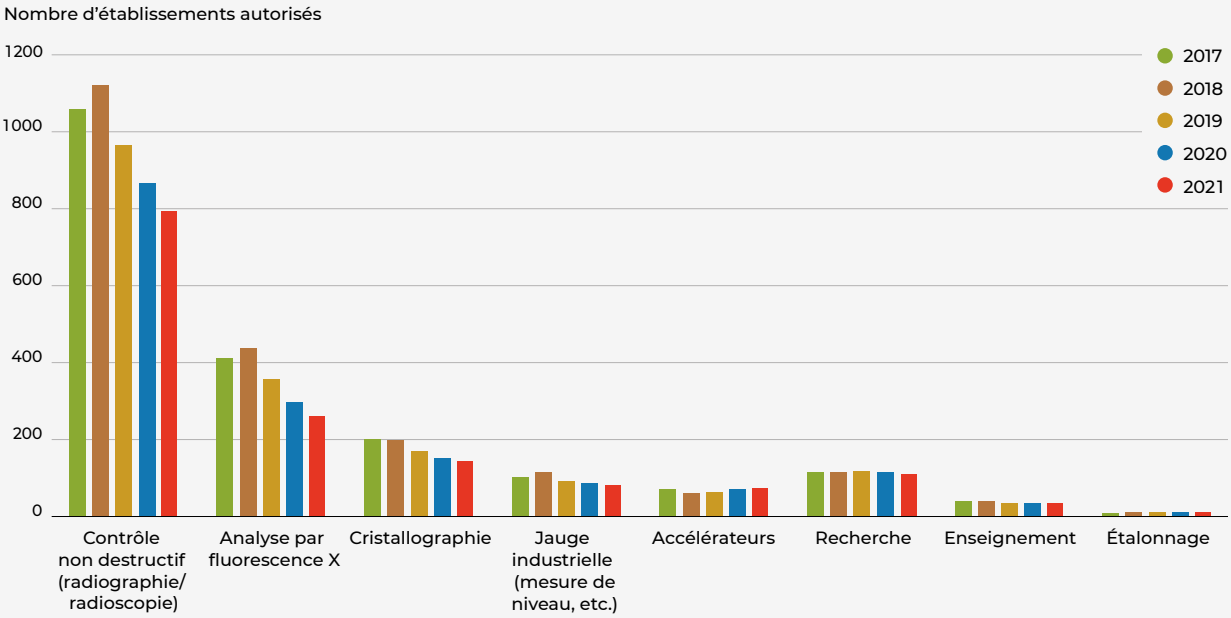
Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées dans les applications non médicales sont le phosphore-32 ou 33, le carbone-14, le soufre-35, le chrome-51, l'iode-125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et dans les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant d'investigation en biologie cellulaire et moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique. Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures d'usure, de recherche de fuites, de frottements, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

GRAPHIQUE 2 **Utilisation des sources radioactives non scellées par finalités**

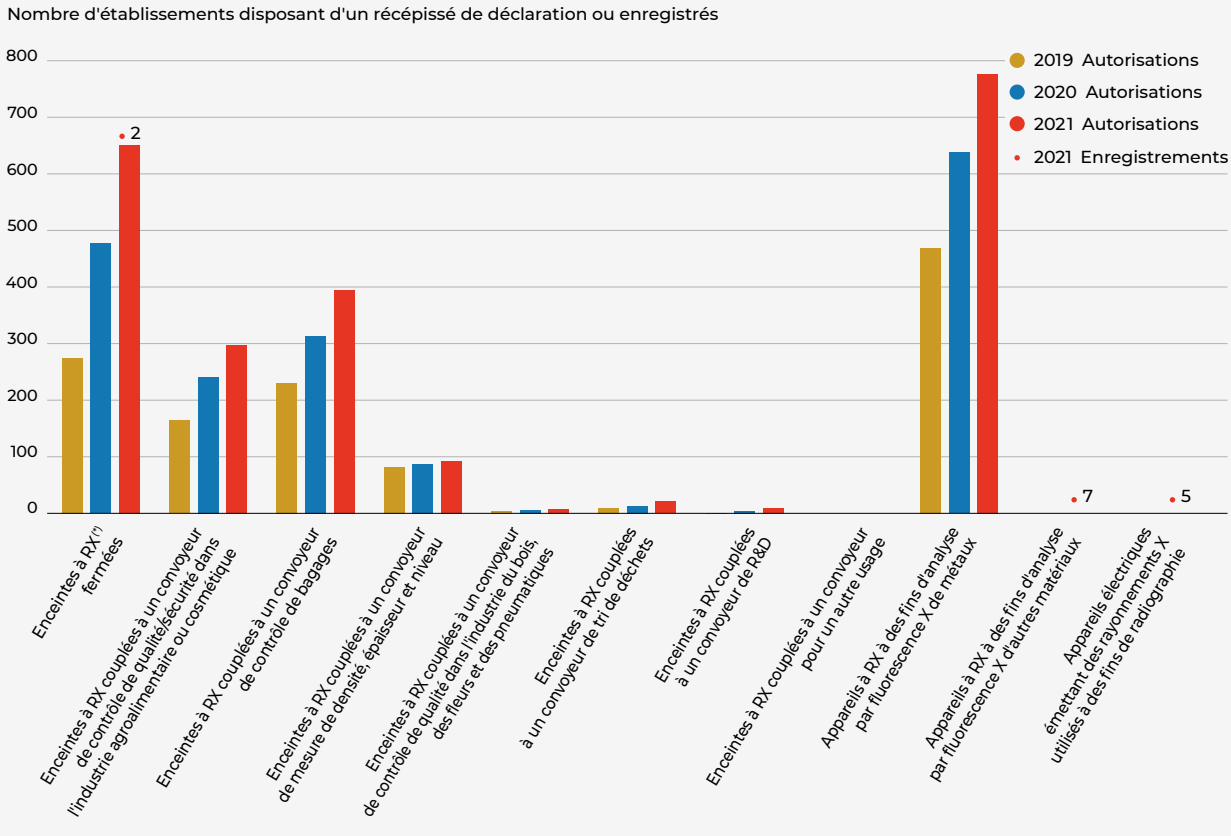


UTILISATION D'APPAREILS ÉLECTRIQUES ÉMETTANT DES RAYONNEMENTS IONISANTS PAR FINALITÉS (HORS SECTEUR VÉTÉRINAIRE)

GRAPHIQUE 3A **Répartition des autorisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants**



GRAPHIQUE 3B **Répartition des déclarations ou des enregistrements des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants**



(*) *RX = rayons X.*

Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2021 était de 710 (auxquels s'ajoutent 15 établissements disposant d'un enregistrement).

Le graphique 2 précise le nombre d'établissements autorisés à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées, en fonction des différentes applications recensées, ces cinq dernières années.

1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

1.3.1 Les principales applications industrielles

Dans l'industrie, les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine du contrôle non destructif, où ils se substituent à des dispositifs qui contiennent des sources radioactives.

Les graphiques 3A et 3B précisent le nombre d'établissements autorisés, enregistrés ou déclarés mettant en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution durant les cinq dernières années. Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires, qui ont progressivement mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration, et récemment d'enregistrement (voir point 2.4.3), pour l'utilisation de ces appareils. À ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est très largement engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés dans l'industrie, pour des analyses structurales non destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie appelée aussi radio-cristallométrie, etc.), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur, etc.) pour le contrôle de conteneurs de marchandises ou de bagages, et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie en matière de radioprotection sont notamment liés à l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

Le contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspection et de filtrage des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments, etc.

Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports, mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareils est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes, mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

Les scanners corporels à rayons X

Cette application est présentée à titre indicatif, puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes pour des contrôles de sécurité est interdite en France (en application de l'article L. 1333-18 du code de la santé publique). Certaines expérimentations ont été menées en France avec des technologies d'imagerie non ionisantes (ondes millimétriques).

Le contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe, comme la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires ou les produits cosmétiques.

L'analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type de petits appareils, qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte-échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre, etc.) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

L'analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

La mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité, etc.

Le traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils autoprotégés existent en plusieurs modèles, qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte autoprotégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

La radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux est détaillée au point 3.1.1.

1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire

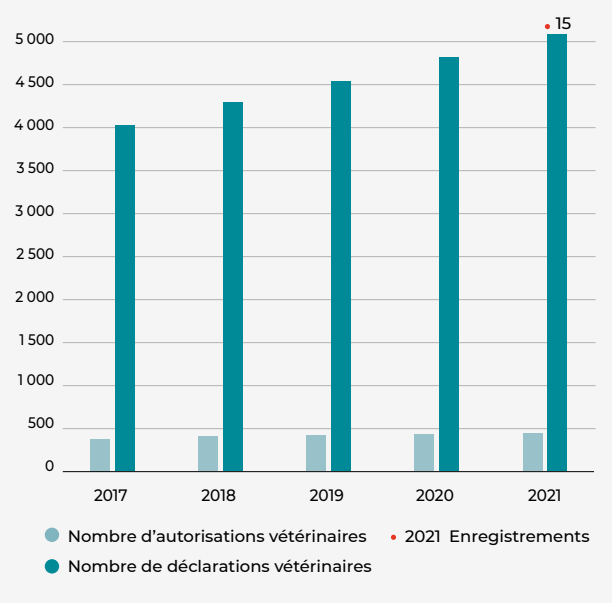
En 2021, la profession comptait 19 530 praticiens vétérinaires, environ 13 300 employés non vétérinaires (comptabilisés en équivalents temps plein) et 6 644 établissements. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- environ 5 250 structures vétérinaires françaises seraient équipées d'au moins un appareil ;
- environ 70 scanners sont utilisés pour des applications vétérinaires ;
- d'autres pratiques issues du milieu médical sont également mises en œuvre dans des centres spécialisés : la scintigraphie, la curiethérapie ainsi que la radiothérapie externe ou encore la radiologie interventionnelle.

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin, par exemple) et l'utilisation de générateurs de rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur.

Afin d'établir une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires, l'ASN a introduit un régime de déclaration en 2009 pour les activités dites « canines » présentant de plus faibles

GRAPHIQUE 4 **Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires**



enjeux de radioprotection (voir point 2.4.2). Cette simplification a conduit à la régularisation de la situation administrative d'un nombre croissant de structures vétérinaires (voir graphique 4).

Pour poursuivre cette adaptation du niveau d'exigences réglementaires aux enjeux de radioprotection, l'ensemble des activités mettant en œuvre des appareils électriques émettant des rayonnements X utilisés à des fins de radiodiagnostic vétérinaire, à l'exception des activités canines qui restent éligibles au régime de la déclaration, relèvent depuis juillet 2021 du régime d'enregistrement (voir point 2.4.3). Ainsi, seules quelques pratiques à forts enjeux (curiethérapie, radiothérapie externe ou radiologie interventionnelle), issues du milieu médical, restent soumises à autorisation.

Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

Depuis maintenant plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration. Fin 2021, l'ASN dénombre près de 5 500 déclarations, enregistrements ou autorisations, soit la quasi-totalité des structures vétérinaires identifiées comme mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire.

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux (majoritairement des chevaux) et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés (dites « en conditions de chantier ») sont jugées comme celles comportant le plus d'enjeux de radioprotection, notamment pour les personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions (propriétaires et lads).

Lors de ses différentes actions de contrôle (réalisées au fil de l'eau ou à l'occasion de campagnes thématiques) sur l'ensemble des activités vétérinaires impliquant les rayonnements ionisants, l'ASN a pu constater le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation et a relevé de bonnes pratiques de terrain dans les structures vétérinaires inspectées, notamment :

- la présence de PCR internes dans la plupart des structures ;
- le suivi de l'exposition des travailleurs par dosimétrie à lecture différée ;
- l'utilisation quasi systématique d'équipements de protection individuelle ;
- une démarche d'optimisation des opérations associées dans presque toutes les structures mettant en œuvre des rayonnements ionisants à des fins diagnostiques sur les grands animaux.

Cependant, la profession doit rester vigilante à la bonne prise en compte des points suivants :

- les vérifications initiales et périodiques des équipements de travail et des locaux de radiologie ;
- le zonage radiologique, en particulier lorsque la mise en place d'une zone d'opération est nécessaire ;
- la radioprotection des personnes extérieures aux établissements vétérinaires susceptibles de participer aux actes de diagnostics.

Il existe également de rares cas de structures vétérinaires présentant une organisation de la radioprotection très insatisfaisante. Ces lacunes peuvent amener l'ASN à prendre, lorsque la pédagogie ne suffit plus, des mesures plus contraignantes, voire coercitives.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves vétérinaires, élaborer des documents cadres et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN, qui participe régulièrement à des rencontres avec les instances nationales de la profession (et plus particulièrement la Commission de radioprotection vétérinaire) en collaboration avec la Direction générale du travail (DGT).

1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et qui ne sont pas concernés par les critères d'exemption d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration fixés à l'article R. 1333-106 du code de la santé publique.

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais qui ne sont pas utilisés pour cette propriété : les implanteurs d'ions, les appareils à soudure à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme des tests de fusible haute tension.

Enfin, certaines applications utilisent des accélérateurs de particules (voir point 3.3.1).

2 // L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants

L'ASN est l'autorité qui accorde les autorisations, délivre les décisions d'enregistrement et reçoit les déclarations, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, afin de simplifier les démarches administratives des exploitants d'installations déjà autorisées dans le cadre d'un autre régime, le code de la santé publique prévoit des dispositions spécifiques. Cela concerne notamment :

- les sources radioactives détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations autorisées au titre du code minier (son article L. 162-1) ou, pour les sources radioactives non scellées, détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement, celles qui bénéficient d'un régime d'autorisation. Le préfet est chargé de prévoir, dans les autorisations qu'il délivre, des prescriptions relatives à la radioprotection des activités nucléaires exercées sur le site ;
- les installations et activités intéressant la défense nationale, pour lesquelles l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) est chargée de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- les installations autorisées au titre du régime juridique des installations nucléaires de base (INB). L'ASN réglemente les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime. La détention et l'utilisation des autres sources détenues dans le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation, au titre de l'article R. 1333-118 du code de la santé publique.

Ces dispositions ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des prescriptions du code de la santé publique, et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources ; elles ne s'appliquent pas aux activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives, qui restent soumises à une autorisation de l'ASN au titre du code de la santé publique.

Depuis la publication du décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014 modifiant la nomenclature des ICPE, certains établissements précédemment autorisés, par arrêté préfectoral, au titre du code de l'environnement pour la détention et l'utilisation de sources radioactives scellées se trouvent désormais réglementés par l'ASN, au titre du code de la santé publique. Les prescriptions applicables pour ces installations sont donc désormais celles du code de la santé publique. La disposition de l'article 4 du décret précité qui prévoyait que l'autorisation ou la déclaration délivrée au titre de l'ancienne rubrique 1715 continuait à valoir autorisation ou déclaration au titre du code de la santé publique, sous réserve qu'aucune modification ne soit apportée à l'activité nucléaire, pour une durée maximale de cinq ans, soit, au plus tard, jusqu'au 4 septembre 2019, est maintenant caduque. Ces établissements doivent donc disposer d'une autorisation ou d'un récépissé de déclaration délivrés au titre du code de la santé publique.

Seuls les établissements détenant des substances radioactives sous forme non scellée en quantité supérieure à 1 tonne (t) ou gérant des déchets radioactifs en quantité supérieure à 10 mètres cubes (m^3) pour l'une ou l'autre de ces activités sont soumis au régime des installations classées (hors secteur médical et accélérateurs de particules). Les éventuelles sources radioactives sous forme scellée également détenues ou utilisées par ces établissements sont réglementées par l'ASN au titre du code de la santé publique.

Les matières nucléaires font l'objet d'une réglementation spécifique prévue aux articles L. 1333-1 et suivants du code de la défense. L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

2.2 Les activités non justifiées ou interdites

2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction

Le code de la santé publique indique notamment *« qu'est interdit tout ajout de radionucléides […] dans les biens de consommation et les produits de construction »* (article R. 1333-2). Ainsi, le commerce d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, équipements de chasse (dispositifs de visée) ou de navigation (compas de relèvement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscrit. L'article R. 1333-4 du même code prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction, après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique (HCSP). L'ASN estime que ce dispositif de dérogation réglementaire doit rester très limité.

Il a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs cimenteries du groupe Lafarge-Holcim (arrêté du 18 novembre 2011 des ministres chargés de la santé et de la construction, avis n° 2011-AV-0105 de l'ASN du 11 janvier 2011 et avis n° 2011-AV-0124 de l'ASN du 7 juillet 2011). En 2017, cette dérogation a été renouvelée pour dix ans pour deux cimenteries, la troisième cimenterie visée par l'arrêté initial de 2011 ayant fermé (arrêté du 19 avril 2017 des ministres chargés respectivement de la santé et de la construction, avis n° 2017-AV-0292 de l'ASN du 7 mars 2017). En 2019, une nouvelle dérogation a été accordée pour une troisième cimenterie (arrêté des ministres chargés de la santé et de la transition écologique du 4 décembre 2019, avis n° 2019-AV-0333 de l'ASN du 1er août 2019). En 2020, l'avis de l'ASN a été sollicité sur un projet concernant une dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique pour une cimenterie du groupe CALCIA ; l'instruction est en cours sur la base des éléments complémentaires demandés à l'exploitant.

Il a également été appliqué en 2014 dans le cas des ampoules contenant de très petites quantités de substances radioactives (krypton-85 ou thorium-232) et utilisées principalement pour des applications nécessitant de très hautes intensités lumineuses, comme l'éclairage des lieux publics ou des environnements professionnels, ou encore pour certains véhicules (arrêté du 12 décembre 2014 des ministres chargés de la santé et de la construction, avis n° 2014-AV-0211 de l'ASN du 18 septembre 2014). La dérogation a été renouvelée en 2019 (arrêté du 25 mai 2020 des ministres chargés respectivement de la transition écologique et solidaire, des solidarités et de la santé et de l'économie et des finances, avis n° 2019-AV-0340 de l'ASN du 26 septembre 2019).

En 2019, une dérogation pour l'utilisation d'appareils d'analyse neutronique a par ailleurs été accordée, pour le Tunnel Euralpin Lyon Turin (arrêté des ministres chargés respectivement de la santé et de la transition écologique du 19 août 2019, avis n° 2019-AV-0326 de l'ASN du 21 mai 2019).

A contrario, un refus de dérogation a été prononcé pour l'addition de radionucléides (tritium) dans certaines montres (arrêté du 12 décembre 2014, avis n° 2014-AV-0210 de l'ASN du 18 septembre 2014).

La liste des biens de consommation et des produits de construction concernés par une demande de dérogation en cours ou pour lesquels une dérogation est accordée est publiée sur le site internet du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

La justification des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 2.4.1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologie est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

Les détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives sont utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium-241, plutonium-238 et radium-226). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récentes d'entre elles et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes ont progressivement été développées pour ce type de détection. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection d'incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les détecteurs ioniques de fumée doivent être remplacés.

Le dispositif réglementaire encadrant ce retrait a été mis en place par l'arrêté du 18 novembre 2011 et les deux décisions de l'ASN n° 2011-DC-0252 et n° 2011-DC-0253 du 21 décembre 2011.

Ce dispositif réglementaire visait à :
- planifier sur 10 ans les opérations de retrait de quelque 7 millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur environ 300 000 sites ;
- encadrer les opérations de maintenance ou de retrait, qui nécessitent le respect de certaines précautions en matière de radioprotection des travailleurs ;
- prévenir tout démontage incontrôlé et organiser les opérations de reprise afin d'éviter le choix d'une mauvaise filière d'élimination, voire l'abandon des détecteurs ;
- effectuer un suivi du parc de détecteurs.

Dans ce cadre, l'ASN a délivré, au 31 décembre 2021, 379 récépissés de déclaration et 11 autorisations nationales (délivrées à des groupes industriels disposant au total de 125 agences) pour les activités de dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation. Parmi ces 11 autorisations, huit permettent les opérations de maintenance des systèmes de sécurité incendie et cinq les opérations de démantèlement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, concrétisant ainsi une filière d'élimination pour tous les détecteurs existants.

Afin de disposer d'un suivi du parc des détecteurs ioniques, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a mis en place, en 2015, en collaboration avec l'ASN, un système informatique permettant aux professionnels intervenant dans ce champ d'activité (mainteneurs, installateurs ou entreprises de dépose) de télétransmettre des rapports annuels d'activité. Les informations transmises restent toutefois insuffisamment exhaustives pour permettre de dresser un bilan.

Bien que les opérations de retrait aient progressé au cours de ces dernières années, tous les détecteurs ioniques n'ont pas été retirés à l'échéance fixée par l'arrêté du 18 novembre 2011, soit au 5 décembre 2021. On estime en effet à près d'un million le nombre de détecteurs ioniques encore installés. Face à ce constat, l'ASN a mené une réflexion, en lien avec les professionnels, sur l'encadrement réglementaire de la détention de tels détecteurs ainsi que sur les opérations de dépose et de démantèlement de ces détecteurs, afin de permettre l'achèvement de la migration de l'ensemble des dispositifs de détection incendie vers la technologie optique, tout en assurant l'élimination des détecteurs ioniques retirés et des sources radioactives qu'ils contiennent dans de bonnes conditions. L'ASN a également poursuivi les échanges avec d'autres acteurs concernés par la problématique du retrait de ces dispositifs, notamment le ministère de la Transition écologique, afin d'étudier les diverses options réglementaires envisageables. Ces réflexions n'ont pas conduit à un nouveau dispositif réglementaire ; pour autant, cela ne remet pas en cause les opérations de dépose et de démantèlement encadrées par des déclarations, enregistrements ou autorisations délivrés par l'ASN, ce qui permet de poursuivre la dynamique de retrait des détecteurs ioniques.

L'ASN entretient des relations étroites avec l'association Qualdion, créée en 2011, qui labellise les établissements respectant la réglementation relative à la radioprotection et celle relative à la sécurité incendie. La liste des entreprises labellisées Qualdion est disponible sur Internet. Elle participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des maires, etc.).

Les parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et ainsi faciliter l'amorçage électrique. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 1970, mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer, reste très important (plusieurs millions d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. Un risque très faible d'exposition ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. L'ASN l'a rappelé à l'entreprise Orange (anciennement France Télécom), qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri, entreposage et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne et a proposé un plan national de dépose et d'élimination. Ce plan a été présenté à l'ASN et a conduit à la délivrance, en septembre 2015, d'une autorisation encadrant le retrait de l'ensemble des parafoudres contenant des radionucléides présents sur le réseau d'Orange sur le territoire national et leur entreposage dans des sites identifiés. Cette autorisation a été renouvelée en 2021. La recherche d'une filière d'élimination est en cours, en collaboration avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Ce plan de retrait est mis en œuvre de manière progressive et devrait s'achever en 2024. Enfin, la société Réseau

de Transport d'Électricité (RTE) a déposé fin 2021 une demande d'autorisation afin de procéder à la dépose des parasurtenseurs présents sur son réseau.

Les paratonnerres

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE (arrêté du 15 janvier 2008 qui fixait une date limite de retrait au 1er janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministère de la Défense (arrêté du 1er octobre 2007 qui fixait une date limite de retrait au 1er janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ASN souhaite cependant le retrait des paratonnerres radioactifs existants et leur prise en charge par l'Andra, compte tenu des risques qu'ils peuvent présenter, notamment en fonction de leur état physique. Elle sensibilise depuis plusieurs années les professionnels aux enjeux de radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant leurs obligations aux professionnels concernés, notamment celle de disposer d'une autorisation ou d'un enregistrement de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres, en application des articles L. 1333-1 et 2, L. 1333-8 et R. 1333-104 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont menées par l'ASN, et ont été renforcées par des inspections inopinées sur les chantiers de dépose.

L'Andra estime à 40 000 le nombre de paratonnerres radioactifs qui ont été installés en France. Un peu moins de 11 000 ont déjà fait l'objet d'une dépose et d'une reprise par l'Andra. Le rythme annuel de dépose est d'environ 275 par an.

2.3 Les évolutions réglementaires

2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

L'ASN considère que les fournisseurs d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'optimisation de l'exposition ultérieure des utilisateurs. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine, et pour l'instant orientés vers l'utilisation de ces appareils, notamment en enceintes, ont conduit à la publication de la décision n° 2017-DC-0591 du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les installations dans lesquelles sont utilisés des rayonnements X.

Cette décision est entrée en vigueur le 1er octobre 2017. Elle a remplacé la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 sans créer d'exigence supplémentaire pour les installations déjà conformes. Elle concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X ou la radiologie vétérinaire. Elle prend en compte le retour d'expérience (REX) et fixe les objectifs à atteindre en termes de radioprotection en retenant une approche graduée au regard des risques.

L'ASN estime que ces dispositions, exclusivement liées à la mise en œuvre des appareils, doivent être complétées par des dispositions relatives à leur conception même.

En effet, il n'existe pas, pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales, d'équivalent au marquage « CE » obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité à plusieurs normes européennes qui couvrent divers aspects, dont la radioprotection. Par ailleurs, le REX montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années, mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

Sur la base des travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire central des industries électriques (LCIE), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et l'IRSN, des projets visant à définir les exigences minimales de radioprotection pour la conception de ces appareils ont été élaborés et une consultation technique informelle des parties prenantes (fournisseurs, fabricants français et étrangers, principaux utilisateurs) a été conduite en 2015. L'analyse des différentes contributions a été menée, avec l'appui de l'IRSN et des différents acteurs de référence (CEA et LCIE). Les conclusions de ces travaux seront prises en compte afin d'adapter le cadre réglementaire et de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants, au même titre que celle des sources radioactives. En 2021, l'ASN a poursuivi ses travaux visant à caractériser les avantages et inconvénients et la faisabilité de diverses dispositions réglementaires permettant d'encadrer, sur la base de référentiels techniques adaptés, la conception des appareils de radiologie industrielle. Les discussions avec la DGT sur les différentes options vont se poursuivre.

2.3.2 La mise en place d'un contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection prévues par la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection des sources de rayonnements ionisants face au risque d'actes malveillants, elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance utilisant des sources radioactives scellées a donc été encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui a publié dans ce domaine un code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives, approuvé en 2003, complété en 2012 par deux guides d'application, relatifs à la sécurité des sources radioactives et à celle des transports de matières radioactives. Dès 2004, la France confirmait à l'AIEA qu'elle travaillait à l'application des orientations énoncées dans ce code de conduite.

L'organisation retenue pour le contrôle de la protection contre les actes de malveillance

La maîtrise des risques en matière de radioprotection, de sûreté et de lutte contre la malveillance présente de nombreuses interfaces. En général, les homologues de l'ASN à l'étranger sont chargés de contrôler ces trois domaines (voir tableau 2 du chapitre 2).

En France, la protection contre les actes de malveillance des matières nucléaires, notamment celles mises en œuvre dans certaines installations dites « d'importance vitale », car concourant à des productions indispensables à l'exercice du fonctionnement de la nation, est pilotée par un service placé sous l'autorité du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie.

Aussi, les évolutions réglementaires adoptées depuis début 2016 ont conduit à une organisation du contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance qui tient compte de l'organisation préexistante, en confiant ce contrôle :

- au service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie dans les installations dont la sécurité relève déjà de son contrôle ;

- au ministre de la Défense dans les emprises placées sous son autorité ;
- à l'ASN pour les autres responsables d'activités nucléaires.

Le processus nécessaire à la mise en place de ce contrôle, engagé en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN, a abouti à l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 puis au décret n°2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire. Ces textes, qui modifient le code de la santé publique, répartissent les compétences de contrôle dans les diverses installations comme indiqué ci-dessus, et incluent la protection contre les actes de malveillance dans les enjeux dont doivent tenir compte les responsables d'activités nucléaires et les services instructeurs des demandes d'autorisation.

Les sources et installations concernées

Le contrôle de la protection des sources contre les actes de malveillance porte sur l'ensemble des sources de rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des dispositifs susceptibles de provoquer une exposition. La majorité des dispositions réglementaires sont cependant prises pour renforcer la sécurité des sources présentant les plus forts enjeux radiologiques : il s'agit des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, au sens de la catégorisation retenue par le code de la santé publique, directement issue de celle de l'AIEA. Les exigences de protection sont proportionnées à la dangerosité intrinsèque des sources. L'approche graduée veut donc que les obligations soient plus fortes pour les sources (ou lots de sources) de catégorie A que pour celles de catégorie C. Les sources scellées ne relevant pas des catégories A, B et C et dont l'activité est supérieure au seuil d'exemption sont classées en catégorie D.

On dénombre, chez les utilisateurs du secteur civil, environ 5 300 sources radioactives présentant de tels enjeux de sécurité, réparties dans quelque 250 installations en France. Ces sources sont détenues essentiellement à des fins industrielles (irradiation, radiographie, mesures, etc.), ou médicales (télégammathérapie, curiethérapie notamment). Du fait de leurs déplacements fréquents sur chantier, l'utilisation des sources de radiographie industrielle présente des enjeux particuliers.

En raison de leur regroupement lors des périodes d'entreposage, des sources d'une catégorie peuvent, ensemble, relever d'une catégorie supérieure et donc faire l'objet de dispositions de protection renforcées.

Les travaux réglementaires

Le décret modifiant la partie réglementaire du code de la santé publique pris en application de l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 (décret n° 2018-434 portant diverses dispositions en matière nucléaire) a été publié le 4 juin 2018. Il comporte plusieurs dispositions portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance, notamment :

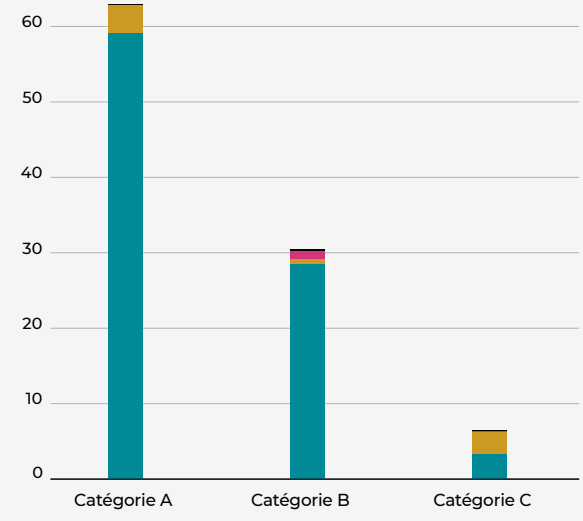
- la classification en catégorie A, B, C ou D des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives (article R. 1333-14 du code de la santé publique) ;
- la déclaration sans délai à différentes autorités administratives, notamment les forces de l'ordre territorialement compétentes, de tout acte de malveillance, tentative d'acte de malveillance ou perte portant sur une source de rayonnements ionisants ou lot de sources radioactive de catégorie A, B ou C (R. 1333-22) ;
- la transmission, sous pli séparé spécialement identifié, des éléments de nature à faciliter des actes de malveillance (R. 1333-130) ;
- les autorisations nominatives et écrites à délivrer aux personnes ayant accès aux sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives de catégorie A, B ou C, procédant à leur convoyage ou accédant aux informations portant sur leur protection contre les actes de malveillance (R. 1333-148).

CATÉGORISATION DES SOURCES RADIOACTIVES

Les sources radioactives ont été classées dès 2011 par l'AIEA, sur la base de scénarios d'exposition définis, en cinq catégories, de 1 à 5, en fonction de leur capacité à créer des effets néfastes précoces sur la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée. Les sources de la catégorie 1 sont considérées comme extrêmement dangereuses et celles de la catégorie 5 comme très peu susceptibles d'être dangereuses. Les sources de catégorie 1 à 3 sont considérées, à des degrés divers, comme dangereuses pour les personnes.

Cette catégorisation se fonde uniquement sur la capacité des sources à créer des effets déterministes dans certains scénarios d'exposition et ne doit donc en aucun cas être considérée comme la justification d'une absence de danger pour une exposition à une source de catégorie 4 ou 5, une telle exposition pouvant être à l'origine d'effets stochastiques à plus long terme. Dans tous les cas, les principes de justification et d'optimisation doivent donc être respectés. Ces travaux de l'AIEA ont été repris en annexe au code de la santé publique modifié par le décret n° 2018-434 portant diverses dispositions en matière nucléaire. Toutefois, les catégories 4 et 5 de l'AIEA ont été regroupées dans la catégorie D de ce code.

GRAPHIQUE 5 **Répartition des sources scellées de haute activité, selon leur catégorie et selon leur autorité de contrôle en matière de protection contre la malveillance**



Les sources de catégorie A du code de la santé publique sont les sources de catégorie 1 AIEA.

Les sources de catégorie B du code de la santé publique sont :
– les sources de catégorie 2 AIEA ;
– les sources de catégorie 3 AIEA contenues dans un dispositif mobile ou portable.

Les sources de catégorie C du code de la santé publique sont les sources de catégorie 3 AIEA non contenues dans un dispositif mobile ou portable.

Par la suite l'arrêté ministériel fixant les prescriptions organisationnelles et techniques pour protéger les sources de rayonnements ionisants (ou les lots de sources radioactives) contre les actes de malveillance a été signé le 29 novembre 2019 et publié au *Journal Officiel* le 11 décembre 2019. Il est entré en vigueur le 1er janvier 2020 pour les sites non autorisés à sa date de publication (et n'étant pas en cours d'instruction à cette même date).

Pour les sites déjà autorisés, l'entrée en vigueur se déroule en deux étapes qui ont été décalées en raison de la pandémie. La première était fixée au 1er janvier 2021 et concernait les dispositions organisationnelles et humaines ; la seconde, au 1er juillet 2022, concernera principalement les systèmes de protection physique contre la malveillance. Ces deux échéances ont donc été reportées de six mois par l'arrêté du 24 juin 2020, arrêté sur lequel l'ASN a rendu un avis (avis n°2020-AV-0353 du 11 juin 2020).

L'arrêté du 29 novembre 2019 modifié s'applique également aux transports de sources de catégorie A, B ou C unitaires ou en lots.

Les principales prescriptions de cet arrêté visent, en retenant une approche graduée basée sur les catégories A, B, C (et D pour deux articles), à la mise en place par l'exploitant de dispositifs matériels, ainsi que d'une politique et d'une organisation interne, permettant d'assurer la protection des sources contre les actes de malveillance. Ces dispositions techniques et organisationnelles sont destinées à :

- limiter ou retarder le vol par des mesures de contrôle d'accès, de renforcement des barrières physiques y compris au niveau des ouvertures (portes, fenêtres, etc.), d'alarme et de détection au franchissement ;
- protéger les informations sensibles (accès limité aux personnes dûment autorisées, promotion des bonnes pratiques informatiques) ;
- détecter au plus tôt un acte ou une tentative d'acte de malveillance (notamment un vol) ;
- intervenir ou alerter les pouvoirs publics en ayant au préalable préparé leur intervention ;
- sensibiliser, informer, former régulièrement le personnel à la question ;
- vérifier périodiquement l'efficacité des matériels et organiser des exercices.

Pour d'évidentes raisons de restriction d'accès à l'information, certaines dispositions de cet arrêté, détaillées dans ses annexes, n'ont pas été publiées au *Journal Officiel*. Dans son champ de compétence, l'ASN a donc transmis, par des courriers individualisés, les annexes pertinentes à l'ensemble des responsables d'activité nucléaire concernés.

L'ASN avait également prévu d'accompagner la parution de l'arrêté par des interventions en régions lors de manifestations professionnelles ou de réunions *ad hoc* avec des professionnels concernés. En raison de la pandémie de Covid-19, cette action avait été suspendue à l'issue d'une unique intervention. Elle a pu reprendre tout au long de l'année 2021 et deux tiers des régions ont finalement organisé une telle présentation.

En parallèle à la préparation de l'arrêté, et afin de faciliter sa mise en œuvre concrète, un groupe de travail a engagé l'élaboration d'un guide conjoint ASN/Service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (SHFDS) du ministère de la Transition écologique, à destination des responsables d'activité nucléaire, mais également des inspecteurs de l'ASN et du SHFDS. Ce guide doit faciliter une compréhension commune des exigences de l'arrêté par les professionnels et les inspecteurs.

Il présentera des recommandations pour une mise en œuvre de ces exigences et comprendra de nombreux exemples. Détaillant certains éléments des annexes à l'arrêté, il sera donc à diffusion limitée. Au second semestre 2020, l'ASN a mené une consultation ciblée de professionnels sur ce projet de guide. Les commentaires reçus ont été exploités et les ultimes échanges avec le SHFDS du ministère de la Transition écologique devraient permettre de l'adopter et de le diffuser en 2022.

Par ailleurs, l'évaluation de la résistance des ouvrants qui ont été installés alors qu'on ne se préoccupait pas autant de la protection

GROUPE DE RÉFLEXION INTERNATIONAL SUR LES TECHNOLOGIES ALTERNATIVES

Les sources radioactives présentent, pour leurs utilisateurs comme pour le public et l'environnement, des risques de radioprotection et de sécurité qui doivent être pris en compte dès la phase de réflexion préalable à la mise en œuvre d'une activité nucléaire. Ainsi, en France, lorsque des technologies présentant des enjeux moindres qu'une activité nucléaire sont disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, elles doivent être mises en œuvre en lieu et place de l'activité nucléaire initialement envisagée : c'est le principe de justification.

Sur cette base, la France, dès 2014, puis à l'occasion du Sommet mondial sur la sécurité nucléaire à Washington en avril 2016, a été à l'origine d'un engagement international désormais soutenu par 31 états et par Interpol. L'objet est de conforter la recherche et le développement de technologies n'utilisant pas de sources radioactives scellées de haute activité et de promouvoir leur mise en œuvre.

Dans ce cadre, depuis avril 2015, l'ASN est à l'origine, avec la *National Nuclear Security Administration* (États-Unis), d'un groupe de réflexion informel impliquant plusieurs États sur le thème de la substitution des sources radioactives de haute activité par des technologies alternatives. L'ambition de ce groupe, qui se réunit annuellement, est de favoriser la prise de conscience de l'intérêt de telles alternatives et de partager le REX de chaque État en la matière. L'ASN y a notamment présenté les opérations menées par l'Établissement français du sang pour remplacer, en application du principe de justification, ses irradiateurs utilisant des sources radioactives par des irradiateurs électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également permis à la Confédération française pour les essais non destructifs de présenter l'avancement de ses travaux en matière de substitution de la gammagraphie par d'autres technologies de contrôles non destructifs.

En décembre 2018, lors de la Conférence internationale sur la sécurité nucléaire organisée par l'AIEA, plusieurs présentations et deux tables rondes ont abordé le sujet des technologies alternatives et rappelé la pertinence de ce groupe de réflexion.

Les réunions du groupe de réflexion se sont poursuivies en 2019 et 2021, l'année 2020 étant une année de pause en raison de la pandémie mondiale. D'autres exploitants étrangers ont pu faire part de leur expérience, notamment l'utilisation d'irradiateurs électriques émettant des rayons X pour des activités de recherche. Ces réunions régulières permettent de mettre en évidence tant des initiatives réussies de mise en œuvre de technologies alternatives, que des difficultés dans le développement ou la mise en œuvre de ces technologies, qui devront faire l'objet de travaux complémentaires.

LA PROTECTION DES SOURCES RADIOACTIVES À L'EPREUVE DE LA CYBERCRIMINALITÉ

La réglementation relative à la protection des sources contre les actes de malveillance mise en place depuis 2016 a pour objectif une meilleure prise en considération de cette problématique dans l'organisation, le fonctionnement et les dispositifs de protection adoptés par les entreprises.

Ceci concerne également la **sécurité des informations sensibles qui ont trait à la protection des sources et des systèmes d'information** dans lesquels sont traitées et stockées ces informations.

En la matière, la presse se fait d'ailleurs de plus en plus souvent l'écho d'attaques informatiques ciblant des entreprises françaises ou étrangères, des hôpitaux ou des services publics.

Début 2021, une société autorisée par l'ASN a fait l'objet d'une telle attaque. Des documents relatifs à la protection du site ont été dérobés, fragilisant ainsi potentiellement l'entreprise et l'obligeant à reconsidérer certains dispositifs de sécurité. L'alerte a été rapidement donnée, ce qui a permis d'engager les démarches nécessaires (dépôt de plainte, recours à un avocat spécialisé et à plusieurs sociétés d'investigation numérique) visant à mettre en place les actions correctives nécessaires et à renforcer la sécurité numérique, telles que :

- changement de tous les mots de passe sur la base de règles renforcées ;
- recherche de traces de compromission ;
- mise à jour de l'ensemble des applications utilisées ;
- nouvelle segmentation des accès ;
- révision des modalités de surveillance des comptes réseaux et pare-feux.

L'incidence opérationnelle et économique d'une telle attaque n'est pas neutre, qu'il s'agisse du temps consacré aux démarches techniques et juridiques, de la nécessité d'adapter les dispositifs techniques ou organisationnels de protection contre la malveillance, de la difficulté à identifier les informations sensibles à protéger prioritairement ou du fonctionnement en mode dégradé jusqu'au retour possible à la normale.

L'ASN a été attentive aux dispositions mises en œuvre par la société victime de la cyberattaque pour un retour à un niveau correspondant à celui demandé par l'arrêté du 19 novembre 2019 modifié. Un courrier circulaire a également été adressé à l'ensemble des entreprises autorisées en raison de la détention ou l'utilisation de sources radioactives de catégorie A, B ou C.
Les appelant à la vigilance sur le sujet, ce courrier signale notamment que l'ANSSI[1] met à disposition sur son site Internet plusieurs éléments (infographies, guides, etc.) relatifs aux cyberattaques et aux actions permettant de diminuer la probabilité d'occurrence ou de limiter les conséquences de tels actes, en particulier un Guide d'hygiène informatique.

L'ASN rappelle que le chiffrement des documents numériques comportant des « informations sensibles » est nécessaire et doit être mis en œuvre systématiquement.

1. L'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information.

des sources contre un vol est un sujet qui sera pleinement d'actualité mi-2022 lors de l'entrée en application des annexes de l'arrêté du 29 novembre 2019. Sur la base de travaux réalisés par l'IRSN, une grille d'évaluation a été élaborée et diffusée. Ce document permettra à l'ensemble des professionnels concernés d'adopter une méthodologie commune.

2.4 Les autorisations, enregistrements et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires

2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des trois grands principes de la radioprotection inscrits dans le code de la santé publique (article L. 1333-2) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses.

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du détriment sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générique, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Pour les activités existantes, les éléments de justification sont consignés par écrit par le responsable de l'activité nucléaire, mis à jour tous les cinq ans et en cas de modification notable des connaissances ou des techniques disponibles.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 4). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à assurer une exposition minimum des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

2.4.2 Les régimes d'autorisation et de déclaration applicables

Les demandes relatives à la détention et à l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les divisions territoriales de l'ASN, alors que celles relatives à la fabrication et à la distribution de sources ou d'appareils en contenant sont instruites à l'échelon central de l'ASN, par la Direction du transport et des sources (DTS). L'entrée en vigueur le 1er juillet 2018 du décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire a introduit un troisième régime administratif intermédiaire entre les régimes de la déclaration et de l'autorisation : il s'agit du régime de l'autorisation simplifiée, dit « régime d'enregistrement ». L'ASN a préparé une nomenclature de répartition des différentes catégories d'activités nucléaires dans ces trois régimes, dont la mise en œuvre a commencé au 1er janvier 2019, avec l'entrée en vigueur de la décision permettant l'extension du régime déclaratif à de nouvelles activités nucléaires jusqu'alors soumises à autorisation et s'est poursuivie le 1er juillet 2021 par l'entrée en vigueur de la décision relative au régime d'enregistrement.

Le régime d'autorisation
Les activités du nucléaire de proximité se distinguent par leur grande hétérogénéité et le nombre important d'exploitants

LE SUIVI DES SOURCES RADIOACTIVES

Le code de la santé publique prévoit, dans ses articles R. 1333-154, 156 et 157, l'enregistrement préalable par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) des mouvements de radionucléides sous forme de sources radioactives et, dans son article R. 1333-158, le suivi de ces radionucléides.

La décision n° 2015-DC-0521 de l'ASN du 8 septembre 2015 relative au suivi et aux modalités d'enregistrement des radionucléides sous forme de sources radioactives et de produits ou dispositifs en contenant précise les modalités d'enregistrement des mouvements et les règles de suivi de radionucléides sous forme de sources radioactives.

Cette décision, applicable depuis le 1er janvier 2016, a pris en compte le fonctionnement existant et l'a complété notamment sur les points suivants, en :

- graduant les actions de contrôle sur les sources en fonction de la dangerosité de celles-ci ;
- confirmant l'absence d'enregistrement pour les sources d'activité inférieure aux seuils d'exemption ;
- imposant des délais entre l'enregistrement des mouvements de sources et le mouvement lui-même ;
- imposant que chaque source soit accompagnée d'un document appelé « certificat de source » mentionnant toutes ses caractéristiques et qui doit être transmis à l'IRSN dans les deux mois suivant la réception de la source.

concernés. Le régime de l'autorisation est le régime destiné à encadrer les activités nucléaires présentant les enjeux de radioprotection les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier de demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières, destinées à en limiter les effets, sont appropriées. Dans le cadre de cette démarche des formulaires de demande d'autorisation adaptés à chaque activité sont disponibles sur *asn.fr*.

Ces documents sont conçus pour que les demandes d'autorisation soient formulées par le représentant d'une personne morale, même si la possibilité de demander une autorisation en tant que personne physique reste ouverte. Les formulaires précisent la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010 doit être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. À l'issue de l'instruction et sous réserve que les dispositions décrites par le demandeur soient satisfaisantes, une décision d'autorisation à durée limitée (généralement cinq ans) est délivrée pour l'exercice de l'activité nucléaire.

Le régime déclaratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires dans les trois régimes administratifs introduit par le décret du 4 juin 2018 susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Ses premiers travaux ont porté sur le régime de déclaration. La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes et l'environnement. Le responsable d'une activité du secteur industriel, de recherche ou vétérinaire, relevant du régime de déclaration a, depuis avril 2018, la possibilité d'effectuer cette démarche de manière dématérialisée sur le portail « téléservices » de l'ASN.

Par la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 homologuée le 21 novembre 2018, l'ASN a étendu le champ des activités soumises à déclaration. L'extension au régime déclaratif devrait concerner à terme environ 6 000 dossiers jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre de dossiers qu'au bout de cinq ans (31 décembre 2023). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1er janvier 2019 tiennent lieu de récépissés de déclaration jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée. Un certain nombre d'activités nucléaires, bien que dorénavant soumises à déclaration, bénéficient donc toujours d'une décision d'autorisation.

2.4.3 Le nouveau régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)

Le nouveau régime d'enregistrement est entré en vigueur le 1er juillet 2021, après homologation le 4 mars 2021 de la décision n° 2021-DC-0703 de l'ASN du 4 février 2021. Cette décision encadre les activités nucléaires des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires, les activités nucléaires à finalité médicale relevant de ce régime étant encadrées par une autre décision (voir chapitre 7). Ce régime s'applique à certaines sources de rayonnements ionisants, qu'elles soient sous forme de sources radioactives scellées ou non scellées et d'appareils électriques émettant des rayonnements X, dont les risques et inconvénients générés par leur détention ou leur utilisation peuvent être prévenus par le respect des prescriptions générales spécifiques que la décision fixe. La décision définit donc, outre les activités nucléaires concernées, le contenu du dossier de demande relatif à l'autorisation simplifiée, ainsi que les conditions d'exercice (prescriptions générales spécifiques) de l'activité nucléaire que devront respecter les exploitants.

Son entrée en vigueur marque la deuxième étape, après celle de l'extension du régime déclaratif, de la mise en place effective de la réforme du contrôle du nucléaire de proximité visant à mieux concrétiser une approche graduée des risques. En effet, la décision implique des allègements notables des démarches administratives par rapport à celles imposées aux activités nucléaires soumises à autorisation : un dossier de demande dont le contenu est simplifié (tant en termes d'informations à renseigner que de pièces justificatives à fournir), des durées d'enregistrement de dix ans par défaut (voire, pour certaines activités nucléaires, par défaut illimitées), la possibilité de réaliser sa demande d'enregistrement sur le service de télé-enregistrement qui sera disponible sur *asn.fr*, des délais d'instruction réduits à au plus six mois, l'absence de réponse à l'issue des six mois valant de fait enregistrement de l'activité nucléaire objet de la demande.

L'entrée en vigueur du régime d'enregistrement devrait concerner à terme entre 1 200 à 2 000 exploitants des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Comme pour la déclaration, il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre qu'à l'échéance d'une période de cinq ans (1er juillet 2026). En effet, conformément au principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1er juillet 2021 tiendront lieu d'enregistrement jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée.

2.4.4 Les statistiques de l'année 2021

Les fournisseurs

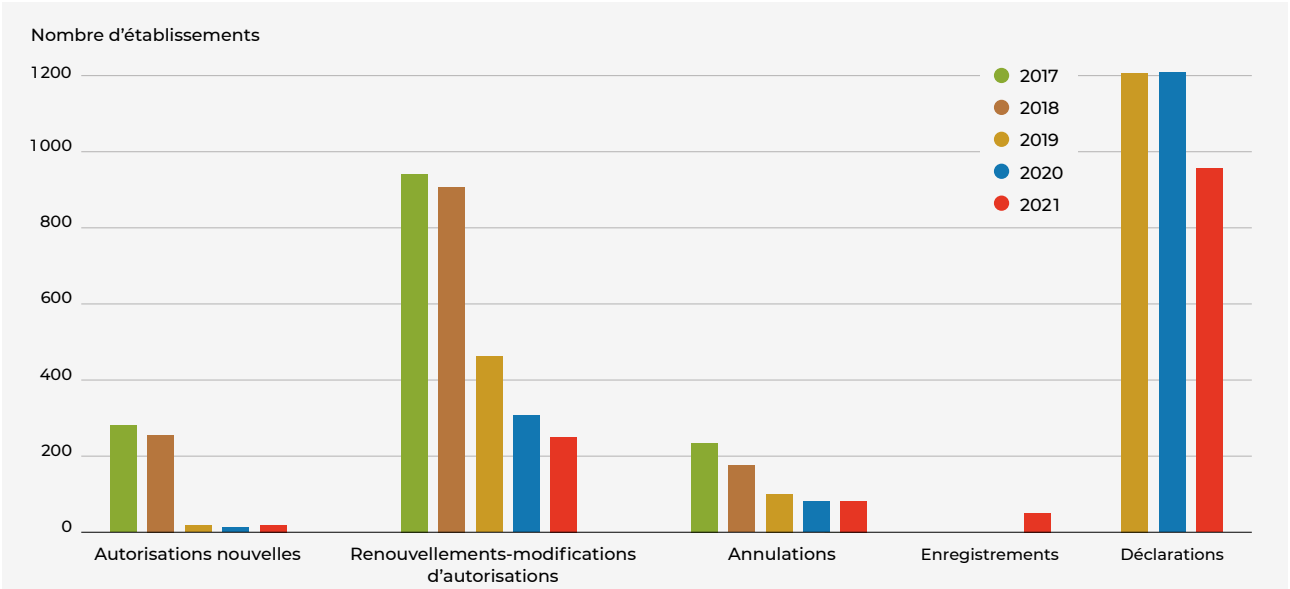
Compte tenu du rôle fondamental des fournisseurs de sources radioactives, ou d'appareils en contenant, pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir point 2.4.1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2021, 100 demandes d'autorisation de distribution de sources radioactives ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 33 inspections ont été réalisées (toutes sources de rayonnements ionisants confondues).

Les utilisateurs

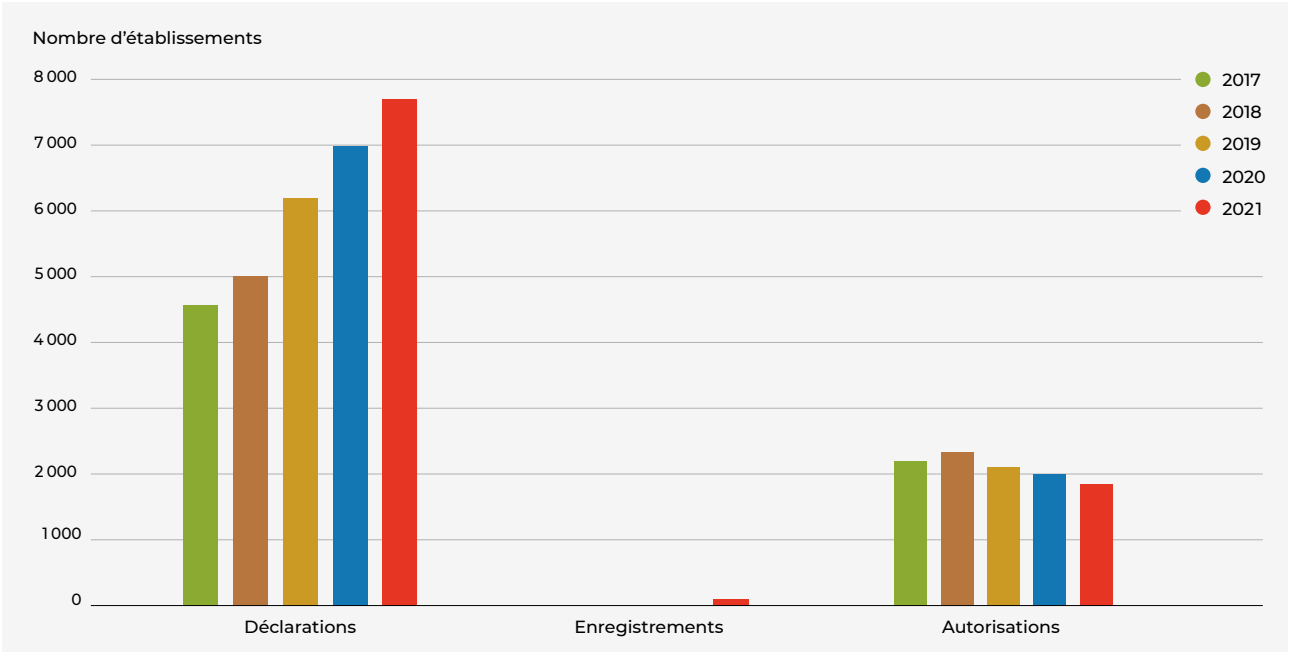
Le cas des sources radioactives

En 2021, l'ASN a instruit et notifié 19 autorisations nouvelles, 250 renouvellements ou mises à jour, 82 annulations d'autorisation et délivré pour la première fois 51 décisions d'enregistrement. L'ASN a également délivré, en 2021, 956 récépissés de déclaration pour les sources radioactives scellées. Le graphique 6 présente les actes réglementaires délivrés par l'ASN pour les sources radioactives en 2021 et, le cas échéant, leur évolution sur les cinq dernières années. L'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 (voir point 2.4.2) est la raison principale de la baisse importante du nombre d'autorisations délivrées, au profit de la délivrance de récépissés de déclaration, et illustre la mise en application concrète de l'approche graduée du contrôle. Cette baisse s'accentuera dans les exercices futurs, le nouveau régime d'enregistrement (voir point 2.4.3) applicable depuis le 1er juillet 2021 prenant à son tour progressivement de l'ampleur.

GRAPHIQUE 6 **Autorisations, enregistrements et déclarations « utilisateur » de sources radioactives délivrées chaque année**



GRAPHIQUE 7 **Autorisations, enregistrements et déclarations «utilisateur» de générateurs électriques de rayonnements ionisants en vigueur au cours des cinq dernières années**



Une fois l'autorisation, l'enregistrement ou le récépissé de déclaration obtenu, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'IRSN des formulaires de demande de fournitures permettant à l'Institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément à l'autorisation ou au récépissé de déclaration délivré à l'utilisateur et à l'autorisation de son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors enregistré par l'IRSN, qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN (voir encadré page 250).

Le cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants
L'ASN est chargée, depuis 2002, du contrôle de ces appareils pour lesquels de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires. Elle a accordé, en 2021, 43 autorisations nouvelles, 141 renouvellements ou mises à jour d'autorisation et délivré pour la première fois 41 décisions d'enregistrement pour l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également délivré 718 récépissés de déclaration pour des générateurs électriques de rayonnements ionisants. Comme pour les sources radioactives, la diminution importante du nombre d'autorisations délivrées et, à l'inverse, l'augmentation des récépissés de déclaration et la délivrance des premières décisions d'enregistrement sont la conséquence directe de l'entrée en vigueur des décisions n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 et n° 2021-DC-0703 du 4 février 2021 précitées.

Au total, 1848 autorisations, 41 enregistrements et 7 698 récépissés de déclaration ont été délivrés pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants depuis 2002. Le graphique 7 illustre l'évolution de ces dernières années.

3 // L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

3.1 La radiographie industrielle

3.1.1 Les équipements utilisés

La gammagraphie
La gammagraphie est une méthode de contrôle non destructif qui permet d'apprécier des défauts d'homogénéité dans des matériaux, notamment les cordons de soudure. Elle consiste à obtenir une radiographie sur un support argentique ou numérique en utilisant les rayonnements gamma émis par une source radioactive et traversant l'objet à contrôler.

Elle est fréquemment employée dans différents secteurs industriels, tels que la chaudronnerie, la pétrochimie, les centrales nucléaires, les travaux publics, l'aéronautique ou l'armement, lors d'opérations de fabrication ou de maintenance.

Les appareils de gammagraphie contiennent des sources scellées de haute activité, principalement de l'iridium-192, du cobalt-60 ou du sélénium-75, dont l'activité peut atteindre une vingtaine de térabecquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre.

Il se compose principalement de :
- un projecteur de source, qui sert de conteneur de stockage et assure une protection radiologique quand la source n'est pas utilisée ;
- une gaine d'éjection destinée à permettre le déplacement de la source et à la guider jusqu'à l'objet à radiographier ;
- et une télécommande permettant la manipulation à distance par l'opérateur.

Lors de l'éjection de la source hors de l'appareil, les débits de dose peuvent atteindre plusieurs grays par heure à 1 mètre de la source, en fonction du radionucléide et de son activité.

Du fait de l'activité des sources et du déplacement de la source hors du conteneur de stockage pendant l'utilisation de l'appareil, la gammagraphie peut présenter des risques importants pour les opérateurs en cas de mauvaise manipulation, de non-respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. Par ailleurs, ces activités de gammagraphie sont fréquemment menées sur des chantiers ou installations dans des conditions difficiles (travail de nuit, lieu de travail exposé aux intempéries ou exigu). À ce titre, c'est une activité à enjeu fort de radioprotection, qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

La radiographie industrielle par rayons X
Elle sert à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux.

Ce sont des appareils fixes ou de chantier utilisant des faisceaux directionnels ou panoramiques, qui se substituent aux appareils de gammagraphie lorsque les conditions de mise en œuvre le permettent.

Ces appareils peuvent aussi être utilisés pour des emplois plus spécifiques et donc plus rares, tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude de momies en archéologie ou l'analyse de fossiles.

3.1.2 L'évaluation de la radioprotection dans les activités de radiographie industrielle

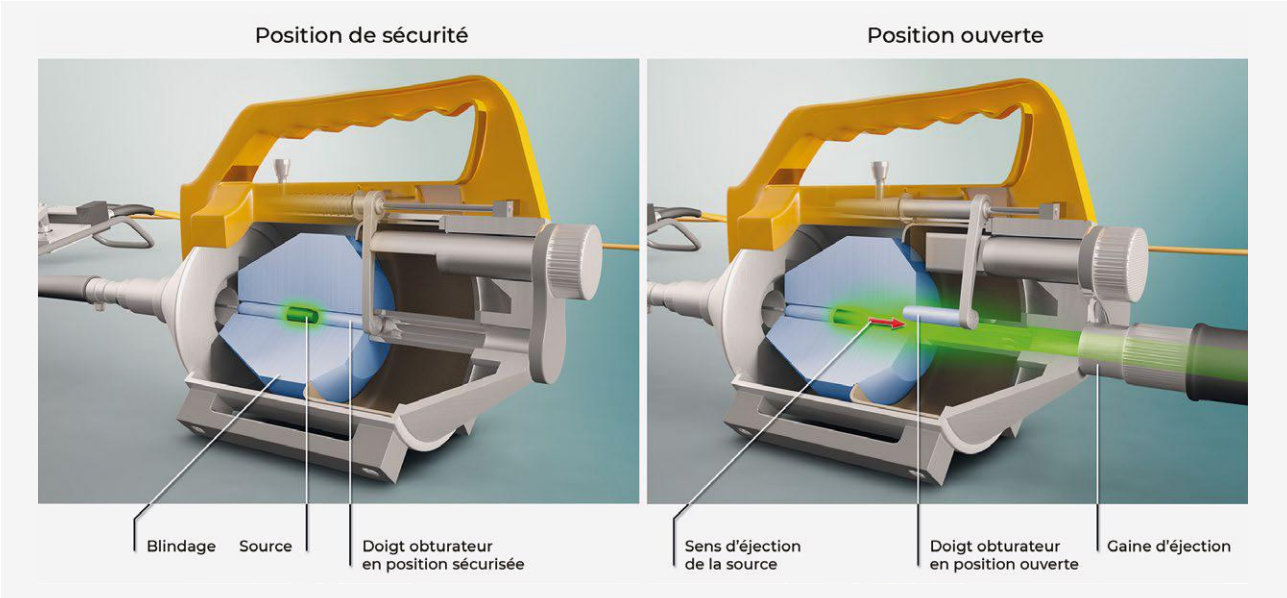
Les activités de radiologie industrielle sont des activités à forts enjeux et constituent depuis plusieurs années une priorité d'inspection pour l'ASN.

En 2021, l'ASN a mené 151 inspections sur ce thème, ce qui est stable par rapport aux deux exercices précédents. Parmi ces inspections, 74 ont été réalisées de manière inopinée lors de chantiers qui se déroulent également de nuit. Comme en 2020, les modalités de quelques inspections ont été adaptées afin de les effectuer en partie à distance.

Le système de télédéclaration des plannings de chantier pour les entreprises prestataires en radiographie industrielle, mis en place par l'ASN en 2014, permet de faciliter l'organisation de ces contrôles. L'ASN constate que la quasi-totalité des exploitants concernés utilise couramment ce système pour déclarer les chantiers. Cependant, la fiabilité des informations transmises est encore hétérogène. Les points d'amélioration portent notamment sur :
- la mise à jour des plannings lorsque ceux-ci sont modifiés ;
- l'exactitude des informations de localisation du chantier (à ne pas confondre avec l'adresse de l'entreprise donneuse d'ordre) ;
- l'exhaustivité de déclaration des chantiers ;
- l'identification de l'appareil utilisé lors du chantier (appareil de gammagraphie ou à rayons X).

Au travers de ses inspections, l'ASN juge que la prise en compte des risques est globalement maîtrisée – de manière cependant contrastée entre les entreprises – à l'exception de la signalisation de la zone d'opération lors des chantiers.

SCHÉMA DE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN GAMMAGRAPHE



LA GAMMAGRAPHIE AU SÉLÉNIUM-75

L'emploi de sélénium-75 en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium-192, l'emploi de sélénium-75 en gammagraphie présente des avantages notables en termes de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 millisieverts (mSv) par heure et par térabecquerel (TBq) à 1 mètre de la source en sélénium-75, contre 130 millisieverts par heure par térabecquerel (mSv/h/TBq) pour l'iridium-192. Son utilisation est possible en remplacement de l'iridium-192 dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie ou en chaudronnerie et permet de réduire considérablement les périmètres de sécurité mis en place et de faciliter les interventions en cas d'incident. En France, moins de 20 % des appareils portables sont équipés avec une source de sélénium-75. Le déploiement du sélénium-75 a stagné au cours des derniers exercices, en raison notamment d'une rupture d'approvisionnement, du fait de difficultés rencontrées par le fabricant fournissant ces sources. Une nouvelle voie d'approvisionnement ayant été mise en place, l'ASN encourage toujours l'utilisation du sélénium-75.

L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives à la désignation d'un conseiller en radioprotection (un seul écart relevé) et au suivi dosimétrique des travailleurs (moins de 10 % d'écarts constatés). Par ailleurs, les inspecteurs ont constaté que la fréquence réglementaire de la maintenance des appareils de gammagraphie est globalement respectée (aucun écart relevé pour les projecteurs, 10 % d'écarts constatés pour les accessoires). De même, les opérateurs contrôlés par l'ASN disposaient tous, lorsque cela était nécessaire, du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (CAMARI) prévu par l'article R. 4451-61 du code du travail.

Les inspecteurs ont également relevé que les efforts déployés par les industriels pour assurer la formation des travailleurs classés nouvellement arrivés avaient été maintenus. Ainsi, en 2021, cette information a été correctement dispensée auprès des nouveaux arrivants, dans 94 % des établissements concernés inspectés. Cependant, le renouvellement périodique de cette formation ainsi que son contenu appellent encore des améliorations.

L'ASN juge *a contrario* toujours préoccupants les écarts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers (observés lors d'un peu plus d'une inspection sur quatre). L'ASN souligne que le manque de préparation et de coopération, en amont des chantiers, entre les donneurs d'ordre et les entreprises de radiographie (notamment le défaut d'établissement d'un plan de prévention précis) est une des causes de ces écarts.

L'ASN rappelle que le balisage doit être posé avant le début du chantier et donc, en tout état de cause, avant d'avoir installé le matériel de radiographie, doit être continu et que des signaux lumineux en nombre suffisant sont indispensables. Pour s'assurer que les valeurs réglementaires de débit de dose soient respectées en limite de balisage, il est essentiel qu'une ou plusieurs mesures soient effectuées et que leurs résultats soient enregistrés. Le zonage et son balisage constituent en effet la principale barrière de sécurité en configuration de chantier, en particulier pour prévenir les expositions incidentelles. L'ASN reste donc très vigilante sur ce point, qui fait l'objet d'un contrôle systématique lors des inspections réalisées sur les chantiers ; des sanctions pénales ont par ailleurs déjà été proposées en cas de manquements graves.

La récurrence des écarts observés depuis plusieurs années sur la mise en place et la signalisation de la zone d'opération a amené l'ASN à adresser, en 2021, une lettre circulaire à l'ensemble de la profession lui demandant notamment de renforcer sa vigilance sur ce point.

L'ASN a par ailleurs profité des inspections de chantiers mettant en œuvre des appareils de gammagraphie pour réaliser une campagne de vérification des certificats ADR de classe 7 des transporteurs (certificat nécessaire pour réaliser le transport de ces appareils) et des CAMARI (voir ci-avant) des opérateurs présents sur le chantier. Ces documents ont été comparés en fin d'année avec les bases des organismes les ayant délivrés. Cette campagne de vérification s'inscrivait dans le cadre des actions de lutte contre les fraudes mises en œuvre par l'ASN depuis

GAMMAGRAPHIE : DES ACCIDENTS GRAVES À L'ÉTRANGER

En France, les accidents en gammagraphie restent limités en nombre et en conséquences depuis mars 1979, où un accident avait conduit à l'amputation de la jambe d'un ouvrier qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium-192 de 518 gigabecquerels (GBq). Cet incident avait entraîné un renforcement de la réglementation en vigueur à l'époque. Ceci ne doit pas être perçu comme un acquis. L'ASN exerce une veille sur les accidents survenus à l'étranger qui ont parfois eu des effets graves. Dans les dix dernières années, parmi les exemples dont l'ASN a eu connaissance et qui confirment les risques auxquels des actions inappropriées peuvent exposer les opérateurs :

- en 2021, aux États-Unis, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à une dose de 70 mSv (corps entier) alors qu'il procédait à des tirs de gammagraphie au sein d'une installation dédiée. Les procédures en vigueur au moment de cet accident permettaient la présence de l'opérateur à l'intérieur de l'installation, même lorsque la source était en position d'irradiation. L'employé d'une autre société de contrôle non destructif a été exposé à une dose de 93 mSv (corps entier) en manipulant un projecteur de gammagraphie défaillant dont la source n'était pas en position de sécurité. Ces deux événements ont été classés au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2021, en Serbie, une source d'iridium-192 s'est décrochée du câble de télécommande lors d'un contrôle non destructif réalisé en extérieur. Les deux opérateurs n'ont pas vérifié le bon retour de la source en position de sécurité à la fin du contrôle et ne se sont aperçus de son absence qu'à leur retour dans leur société. La source a été retrouvée le lendemain après intervention d'un laboratoire spécialisé. Les deux opérateurs ont été exposés à des doses de 451 mSv et de 960 mSv ;
- en 2021, en Espagne, deux employés d'une société de contrôle non destructif ont été exposés en accédant à un bunker de gammagraphie, alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité (source bloquée). Le dosimètre à lecture différée du premier employé a indiqué une dose d'environ 70 mSv, et d'environ 3 Sv pour le second. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2020 aux États-Unis, un radiologue et deux aides radiologues effectuant des contrôles non destructifs dans une unité de production d'asphalte ont été exposés à des doses corps entier de 636, 104 et 26 millisieverts (mSv) en tentant de réintégrer la source dans le projecteur de gammagraphie alors que la gaine d'éjection avait été écrasée lors de la chute d'un support provenant d'une cuve de stockage. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2019, en Espagne, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à environ 200 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité. Le dispositif d'asservissement de l'ouverture de porte permettant d'interdire l'accès au bunker en cas d'émission de rayonnements ionisants n'a pas fonctionné en raison de la défaillance du système de mesure de l'ambiance radiologique. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES. La même année, un accident similaire a eu lieu en Allemagne : deux employés ont été respectivement exposés à 100 et 30 mSv (corps entier) en accédant à un bunker de gammagraphie alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité et que la vérification de l'ambiance radiologique n'avait pas été effectuée. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES ;
- en 2016, en Turquie, après l'utilisation d'un appareil de gammagraphie, il semble que les opérateurs n'aient pas vérifié le bon retour de la source en position de sécurité. Un adolescent de 16 ans a trouvé la source le lendemain du contrôle et l'a conservée jusqu'à son domicile, où plusieurs personnes ont indiqué l'avoir manipulée. Au total, 20 personnes auraient été exposées, la personne la plus exposée aurait reçu 1 gray (Gy). L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES.

Les données antérieures à 2016 sont consultables dans les éditions précédentes de ce rapport annuel. Ces éditions sont disponibles sur *asn.fr*, rubriques « L'ASN informe », « Publications », « Rapports de l'ASN ».

quelques années et destinées à vérifier la véracité des documents présentés par les exploitants. Aucune tentative de falsification de documents n'a été détectée.

L'ASN constate également que la qualité des dossiers techniques qu'elle est amenée à instruire, dans le cadre de la préparation ou des suites d'inspections et lors des demandes d'autorisation qui lui sont adressées, est hétérogène. Les industriels doivent notamment être plus vigilants sur les rapports établissant la conformité de leurs installations aux référentiels techniques appropriés. L'ASN relève encore trop souvent des erreurs, notamment lorsque la réalisation de ces rapports a été sous-traitée, erreurs conduisant parfois à des non-conformités. En outre, les inspections menées en 2021 montrent que, dans un quart des cas, les dispositifs de signalisations lumineuses des installations de radiographie par rayons X n'étaient pas correctement mis en place ou vérifiés.

Enfin, la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance (voir encadré page 256) doit encore être améliorée. Par exemple, les autorisations individuelles d'accès aux sources n'ont été correctement établies que dans à peine plus d'un site inspecté sur deux, la politique de protection contre la malveillance établie dans moins d'un site inspecté sur deux et les informations sensibles identifiées et maîtrisées dans moins d'un site inspecté sur trois.

Pour l'application des principes de justification et d'optimisation, les réflexions engagées sur le long terme par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l'élaboration de guides ayant pour but de promouvoir l'utilisation de méthodes de substitution à la radiographie industrielle. Les travaux se poursuivent au sein des instances professionnelles, en particulier par l'évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels, afin de privilégier l'utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

Par ailleurs, la France offre un bon maillage d'installations fixes de radiographie industrielle, permettant ainsi à 70 % des professionnels de proposer des prestations en casemates (dont 97 permettent d'effectuer de la gammagraphie). L'ASN juge d'ailleurs les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs globalement bien maîtrisés par les exploitants, lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable. Malgré la disponibilité des installations, l'ASN constate encore trop souvent que des pièces radiographiées au cours de chantiers, notamment programmés de nuit dans des ateliers, pourraient être aisément déplacées dans une casemate. Outre l'optimisation des

LA PERTE DE CONTRÔLE DE LA SOURCE EN GAMMAGRAPHIE

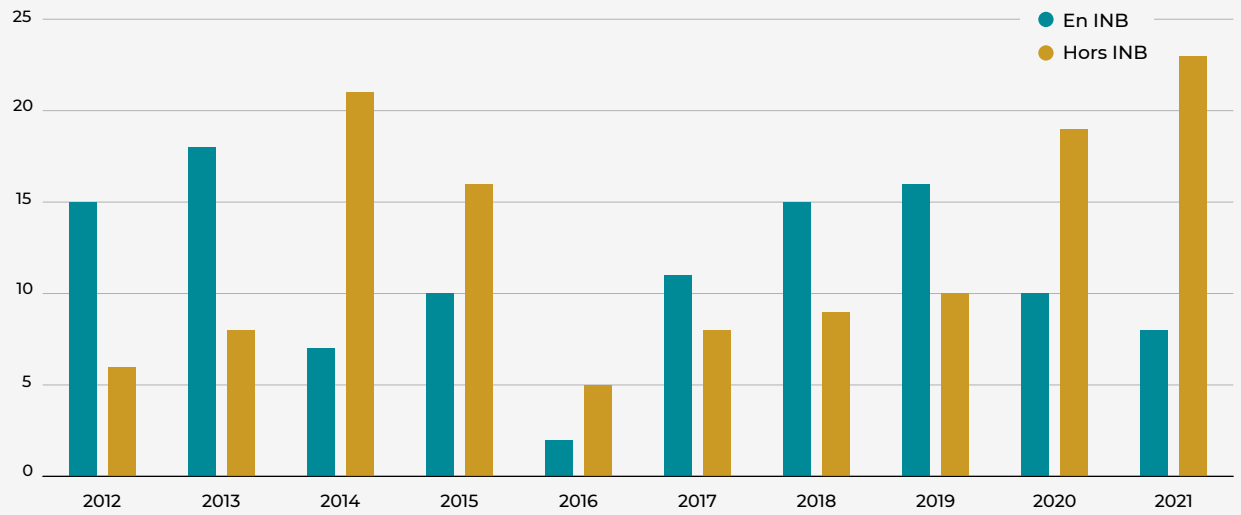
La gammagraphie est une technique de contrôle non destructif consistant à positionner une source radioactive à proximité de l'élément à contrôler, de façon à obtenir un film radiographique permettant ensuite, par lecture du film, un contrôle de qualité de la pièce.

La perte de contrôle de la source est l'une des principales causes d'accidents dans ce domaine. Elle peut conduire à de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine du blocage est souvent liée à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de la gaine ;
- le porte-source contenant le radionucléide n'est plus solidaire de la télécommande. Le câble reliant source et télécommande n'est pas correctement raccordé et la source ne peut plus être manœuvrée.

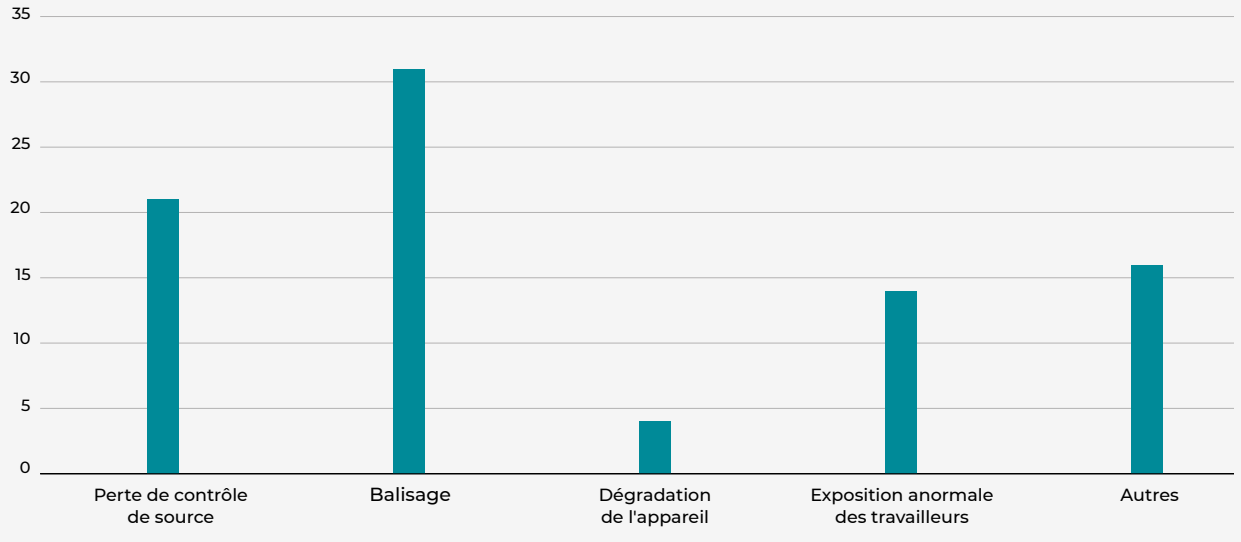
En France, les gammagraphes répondent à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois, les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées, notamment en cas de mauvais entretien des appareils. Ces dernières années, de mauvaises manipulations ont parfois également été observées à la suite d'incidents de blocage de sources.

GRAPHIQUE 8 **Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle**



Nota : les 24 événements de 2018 ont fait l'objet de 25 déclarations auprès de l'ASN et les 26 événements de 2019 ont fait l'objet de 27 déclarations auprès de l'ASN. Dans les deux cas, un événement a fait l'objet d'une double déclaration par le donneur d'ordre et par l'entreprise de radiographie industrielle.

GRAPHIQUE 9 **Principaux facteurs contributifs aux événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle sur la période 2019-2021**



RETOUR SUR LES CONTRÔLES LIÉS À LA PROTECTION DES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Depuis 2019, l'ASN contrôle, lors de ses inspections dans les établissements détenant des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, unitaires ou en lots, la réglementation relative à la protection des sources contre la malveillance. Les indicateurs suivants sont systématiquement abordés et suivis au niveau national.

En 2021, ce suivi s'est élargi en raison de l'entrée en vigueur de dispositions réglementaires complémentaires au 1er janvier 2021. Le nombre d'établissements industriels inspectés a doublé (211 au total). Celui des établissements médicaux est resté stable.

L'évolution[1] compare, lorsque le nombre de réponses est significatif, le résultat des années 2019-2020 cumulés par rapport aux valeurs de 2021 et distingue les secteurs industriel, principalement celui de la gammagraphie, et médical. En effet, la pandémie de Covid-19 a eu pour conséquence de diminuer le nombre d'inspections réalisées par l'ASN, principalement dans les établissements médicaux, où la baisse a été d'environ 40 % entre 2019 et 2020, ainsi qu'entre 2020 et 2021. En conséquence, les tendances d'évolution n'avaient plus grande signification dans ce secteur.

Classification des sources ou lots de sources radioactives
Trois quarts (75 % [↑]) des établissements industriels contrôlés en 2021 n'appellent pas de commentaire sur ce point ; le reste des sites n'a procédé à cette classification soit, que de manière partielle (19 % [↓]), soit, pas du tout (6 % [↓]).

Pour le secteur médical, sur les trois années, presque trois quarts (71 %) des établissements ont procédé à cette classification. Pour presque un établissement sur cinq (18 %) ou rien n'a encore été fait. Le reste (13 %) a établi cette classification de façon incomplète ou erronée.

La situation des sites qui n'auraient pas encore procédé à cette classification devient délicate, dans la mesure où cette disposition est en vigueur depuis trois ans et demi et qu'elle est la base des mesures à appliquer en matière de protection physique des sources qui entreront en vigueur mi-2022.

Autorisations nominatives
Elles sont délivrées par le responsable de l'activité nucléaire afin de permettre l'accès à ces sources (ou leur lot), leur convoyage, ou l'accès aux informations relatives aux moyens ou mesures les protégeant.

Dans les établissements industriels, le pourcentage de situations conformes constaté en 2021 s'améliore puisqu'il atteint presque la moitié (48 % [↑]). Les dispositions sont respectées partiellement dans exactement un tiers des cas [↑] mais surtout, on note une diminution du nombre de sites industriels sur lesquels rien n'a été entrepris en ce sens (18 % [↓]).

Dans le secteur médical, l'ensemble des contrôles permet de constater qu'à peine un site sur cinq (18 %) maîtrise cette question. Au vu du nombre de personnes concernées et de la diversité des situations, il était prévisible qu'elle soit moins bien maîtrisée que dans le secteur industriel. Il faut cependant noter que près de la moitié (48 %) des établissements n'a pas encore abordé la question. Pour le tiers restant (34 %), des marges de progrès sont attendues.

Mesures prises pour empêcher l'accès non autorisé aux sources
Cet indicateur sera abandonné et remplacé en 2022 car les dispositions entrant en application au 1er juillet 2022 seront plus précises et permettront d'avoir une image plus fine et approfondie de la situation. Actuellement, sur la base d'une appréciation générale, ces mesures sont jugées satisfaisantes dans l'industrie (82 % [≈]).

Sur l'ensemble des contrôles dans le secteur médical, la situation est moins satisfaisante, ce qui finalement n'apparaît pas anormal car il s'agit, par principe, d'établissements ouverts, même si l'accès aux sources doit être réservé aux patients, personnel et personnes accompagnantes. 46 % des sites sont considérés comme satisfaisants. 8 % n'ont pris aucune mesure pour empêcher d'accéder aux sources. Pour le reste des établissements (46 %), la situation apparaît comme devant être améliorée.

Inventaires des sources détenues par les établissements inspectés
Il s'agit ici de s'assurer que l'inventaire SIGIS est identique à celui qui doit être tenu à jour en interne et qu'aucune source périmée n'est présente dans l'établissement. La cohérence des inventaires s'est encore améliorée cette année (85 % [↑]) dans le secteur industriel. Dans le médical, l'ensemble des contrôles permet de constater une situation similaire (82 %).

Politique de protection contre la malveillance
Ce nouvel indicateur permet d'apprécier l'engagement de la direction de l'entreprise en matière de protection des sources contre la malveillance. Elle porte sur l'existence d'une déclaration générale d'engagement en la matière et sur sa diffusion auprès du personnel. Dans le secteur industriel, une petite moitié (41 %) de cette politique apparaît correctement rédigée et connue du personnel. Dans environ un tiers des situations, aucune politique n'a été rédigée (30 %). Dans le gros quart restant (29 %), cette politique doit être améliorée, mieux diffusée ou mieux connue.

Pour le secteur médical, plus de la moitié (58 %) des sites dispose d'une déclaration de politique générale n'appelant pas de commentaire, mais un tiers (33 %) n'en possède pas. Le reliquat représente des politiques nécessitant des précisions ou une meilleure diffusion auprès du personnel.

Identification et maîtrise des informations sensibles
Nouvel indicateur, la vulnérabilité des informations en matière de protection des sources contre la malveillance est maîtrisée dans seulement une entreprise industrielle sur trois (34 %) et, dans presque la moitié des cas (43 %), aucune disposition écrite n'existe. Pour le reste, soit la mise en œuvre des dispositions nécessite une meilleure prise en compte de la protection des documents électroniques, soit les procédures prévues sont mal appliquées.

Pour le médical, si un tiers (33 %) des établissements dispose d'un document abordant cette question, la moitié (50 %) n'a aucune procédure sur le sujet.

1. L'évolution des tendances entre 2019-2020 et 2021 est indiquée par les symboles [↑] (hausse), [↓] (baisse) et [≈] (stabilité).

LANCEMENT DES ENQUÊTES ADMINISTRATIVES

Le code de la santé publique prévoit que le responsable d'activité nucléaire autorise individuellement les personnes qui en ont besoin à accéder aux sources ou aux informations les protégeant contre la malveillance. Pour ce faire, il peut solliciter l'avis du Commandement spécialisé pour la sécurité nucléaire (CoSSeN). Ce service, à compétence nationale, relève du ministre chargé de l'énergie et du ministre de l'Intérieur ; il est rattaché au directeur général de la Gendarmerie nationale.

L'avis du CoSSeN résulte d'une enquête administrative destinée à vérifier que le comportement des personnes intéressées n'est pas incompatible avec les fonctions ou missions exercées, ou ne l'est pas devenu. L'enquête se fonde sur l'interrogation de fichiers de police et sur la réalisation, en cas d'inscription des personnes dans lesdits fichiers, de vérifications complémentaires. Les personnes concernées doivent être informées de cette enquête. Ses modalités sont encadrées par le code de la sécurité intérieure.

Ce dernier prévoit également la possibilité de mener une telle enquête sur le responsable d'activité nucléaire lui-même, dès lors que l'activité exercée est soumise au régime de l'autorisation. Sa réalisation permet de répondre à l'un des principes du code de conduite de l'AIEA sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives.

L'ASN estime qu'il ne serait pas cohérent qu'un responsable d'activité nucléaire puisse demander au CoSSeN de procéder à une enquête sur son personnel ou ses sous-traitants, et que ce responsable ne fasse pas lui-même l'objet d'une telle enquête, dans la mesure où il contrôle les conditions d'exercice de l'activité nucléaire. Fin 2020, l'ASN a lancé une expérimentation en ce sens sur les responsables d'activités nucléaires qui sont soit des fournisseurs de sources radioactives scellées de catégories A, B ou C, soit des utilisateurs de telles sources en région Auvergne-Rhône-Alpes. La préparation de cette expérimentation a nécessité de nombreux contacts avec le CoSSeN.

Cette expérimentation a permis d'arrêter les modalités définitives à mettre en œuvre par l'ensemble des entités concernées de l'ASN et d'améliorer le formulaire permettant au CoSSeN d'engager l'enquête. Fin 2021, l'ensemble des enquêtes était en cours de lancement pour les autorisations existantes. À partir de 2023, ces enquêtes seront reconduites uniquement en cas de demande de renouvellement d'autorisation. Les demandes de modification d'autorisation ne seront pas concernées par cette démarche, hormis lorsque le changement sollicité concerne le responsable d'activité nucléaire. Les demandes d'autorisation initiales sont, quant à elles, complétées par une enquête administrative dès à présent.

doses pour les travailleurs, le risque d'indisponibilité de l'atelier en cas d'incident empêchant le retour de la source radioactive d'un gammagraphe en position de sécurité serait alors éliminé.

L'ASN estime que les donneurs d'ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle, en privilégiant les prestations de radiographie industrielle dans des installations disposant de casemate.

La sensibilisation de l'ensemble des acteurs est donc une priorité d'action. Les démarches régionales visant à établir des chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle, mises en œuvre depuis plusieurs années sous l'impulsion de l'ASN et de l'inspection du travail, notamment dans les territoires correspondant aux anciennes régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Haute-Normandie, Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne et Pays de la Loire, permettent des échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l'ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également régulièrement des colloques de sensibilisation et d'échanges au niveau régional, pour lesquels les acteurs de cette branche professionnelle manifestent un réel intérêt.

Enfin, en 2021 comme ces dernières années, aucune surexposition d'un opérateur de radiographie industrielle n'a été déclarée à l'ASN, même si plusieurs événements significatifs liés à la perte de contrôle de la source (« blocage de source ») lors de l'utilisation d'un gammagraphe ont eu lieu. Ces événements ont été correctement diagnostiqués par les opérateurs et les acteurs concernés n'ont pas entrepris de manipulation inappropriée ou interdite. L'ASN attire l'attention des entreprises faisant réaliser des contrôles gammagraphiques dans leurs installations sur les conséquences qu'aurait un blocage de la source radioactive hors du projecteur de gammagraphie, notamment la mise en place d'une zone d'exclusion pendant le délai nécessaire à la mise en sécurité définitive de la source, qui se compte souvent en jours.

3.2 Les irradiateurs industriels

3.2.1 Les équipements utilisés

L'irradiation industrielle est utilisée pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également utilisée afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux pour le durcissement des polymères, par exemple.

Ces techniques d'irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l'issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l'issue du traitement).

Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt-60 dont l'activité peut être très importante et dépasser 250 000 térabecquerels (TBq). Certaines de ces installations sont classées INB (voir chapitre 12). Dans de nombreux secteurs, l'utilisation de sources scellées de haute activité pour l'irradiation de produits est progressivement remplacée par l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayons X (voir point 1.3.1).

3.2.2 L'état de la radioprotection

Hors INB, l'ASN a effectué, de 2018 à 2021, 21 inspections (dont 9 en 2021) dans ce secteur, sur les 25 établissements actuellement autorisés. Il ressort de ces contrôles que l'organisation de la radioprotection (notamment la désignation d'un conseiller en radioprotection), le zonage mis en place chez les exploitants inspectés, l'information des nouveaux arrivants et le renouvellement des vérifications sont satisfaisants, aucun écart réglementaire significatif n'ayant été constaté. Le risque est bien maîtrisé, notamment grâce à des installations qui sont correctement vérifiées, entretenues et maintenues conformes aux dispositions prévues dans les dossiers déposés lors des demandes d'autorisation.

Toutefois, l'ASN a fait le constat, lors d'environ une inspection sur quatre, que la vérification des systèmes de sécurité devait être améliorée. De plus, les constats relatifs au contrôle de la

protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance, effectués dans le secteur industriel (voir encadré page précédente), sont globalement valables pour cette activité d'irradiation. Ainsi, en 2021, l'ASN a constaté que les autorisations individuelles d'accès aux sources n'ont été correctement établies que dans un établissement inspecté sur deux, de même que la politique de protection contre la malveillance.

3.3 Les accélérateurs de particules

3.3.1 Les équipements utilisés

Un accélérateur de particules est défini comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 méga-électronvolt (MeV).

Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'article R. 593-3 du code de l'environnement relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'INB.

Certaines applications nécessitent le recours à des faisceaux de photons ou d'électrons produits par des accélérateurs de particules. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (synchrotrons), comprend en France 68 établissements autorisés[1] (hors cyclotrons – voir point 4.2 – et hors INB), détenant un peu plus d'une centaine d'accélérateurs de particules, qui peuvent être utilisés dans des domaines très divers, tels que :

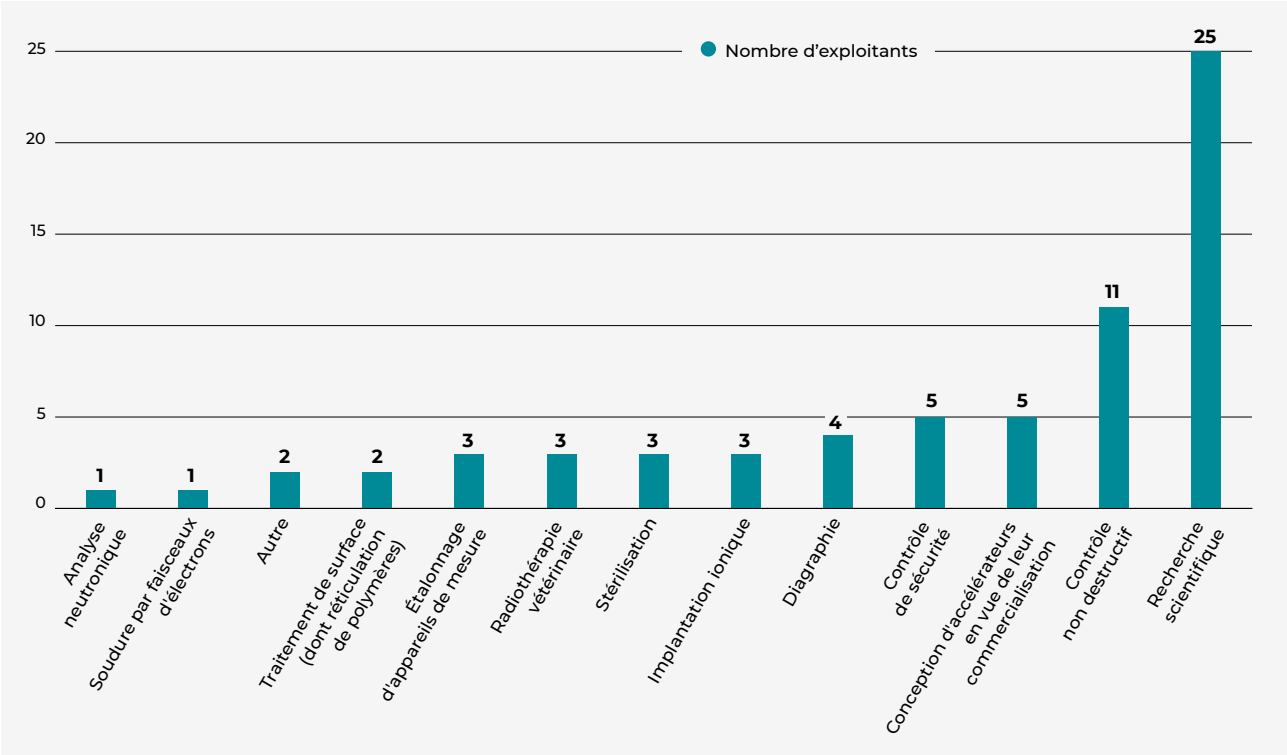
- la recherche, pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implanteur, etc.) ;
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile) ;
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles) ;
- la modification des propriétés des matériaux ;
- la stérilisation ;
- la conservation de produits alimentaires ;
- autres.

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France : l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) de Grenoble et le synchrotron Soleil (Source optimisée de lumière d'énergie intermédiaire de Lure) à Gif-sur-Yvette.

Depuis quelques années, des accélérateurs de particules sont utilisés en France pour la lutte contre la fraude et les grands trafics internationaux. Cette technologie, jugée efficace par les opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier :

- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R. 1333-2 du code de la santé publique, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les accélérateurs mise en œuvre exclue tout risque d'activation des matières contrôlées ;
- l'interdiction d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales ;
- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. La recherche de migrants clandestins dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions, par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants clandestins, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

GRAPHIQUE 10 **Répartition des accélérateurs de particules par finalité d'utilisation en 2021**



1. *Auxquels s'ajoutent six autorisations d'utilisation d'un accélérateur, soit en conditions de chantiers, soit pour une utilisation partagée d'un équipement dont la détention est réglementée par l'autorisation de l'autre partie.*

LES SYNCHROTRONS

De la même famille d'accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 4.2), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes : le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits, appelés les « lignes de lumière », et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche s'étend dans les différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux, etc. Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées (iode-125, phosphore-32, phosphore-33, soufre-35, tritium, carbone-14, etc.). Des sources scellées (barium-133, nickel-63, césium-137, cobalt-60, etc.) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

3.3.2 L'état de la radioprotection

L'utilisation d'accélérateurs de particules présente des enjeux importants pour la radioprotection des travailleurs ; ces installations font l'objet d'une attention particulière de l'ASN et sont donc régulièrement inspectées. En 2018, l'ASN a mis en place des indicateurs d'inspection spécifiques aux accélérateurs de particules, qui permettent désormais de mieux évaluer, à l'échelle nationale et sur la base de critères communs, l'état de la radioprotection dans ce secteur d'activité.

Entre 2018 et 2021, 50 établissements équipés de ces appareils (dont 13 en 2021) ont été contrôlés par l'ASN.

L'état de la radioprotection dans les établissements utilisant ces équipements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences permettant de mener cette activité dans de bonnes conditions de radioprotection (organisation de la radioprotection, information et formation, vérifications techniques, zonage radiologique et conception des locaux dans lesquels sont utilisés ces appareils) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, ces inspections ont également permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN restera vigilante :

- le respect de la fréquence imposée par la réglementation pour les vérifications techniques des équipements de travail ainsi que le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelées à cette occasion ;
- la présence d'un dispositif de déverrouillage actionnable depuis l'intérieur des locaux dans lesquels sont utilisés des accélérateurs de particules ;
- le bon fonctionnement du signal sonore associé à la procédure de ronde, cette dernière permettant de s'assurer de l'absence de personnes dans le local avant de pouvoir autoriser l'émission de rayonnements ionisants ;
- la disponibilité d'un nombre suffisant d'appareils de mesure de la radioactivité pour les opérateurs qui accèdent dans ces locaux et le maintien de ces appareils en conditions opérationnelles.

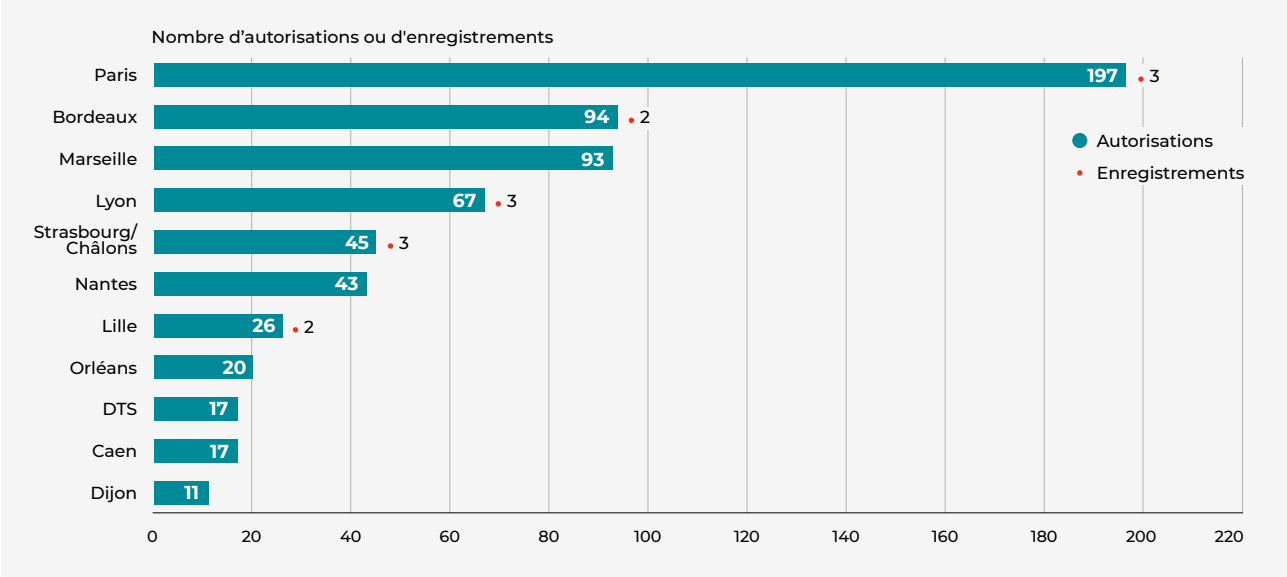
Enfin, en ce qui concerne le retour d'expérience, aucun événement significatif de radioprotection (ESR) n'a été déclaré à l'ASN en 2021, hormis des événements récurrents liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules lors de contrôles sécuritaires. Lors de ces contrôles, les services des douanes prennent des précautions (la diffusion de messages d'information en plusieurs langues, par exemple) pour éviter l'irradiation non justifiée de personnes qui pourraient être dissimulées dans ces véhicules (voir point 3.3.1). Malgré ces dispositions, les services des douanes déclarent régulièrement à l'ASN des événements liés à l'exposition de personnes dissimulées dans les véhicules contrôlés. Cette exposition, bien que non justifiée, demeure néanmoins très faible, avec des doses efficaces reçues de l'ordre de quelques microsieverts par personne.

3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées

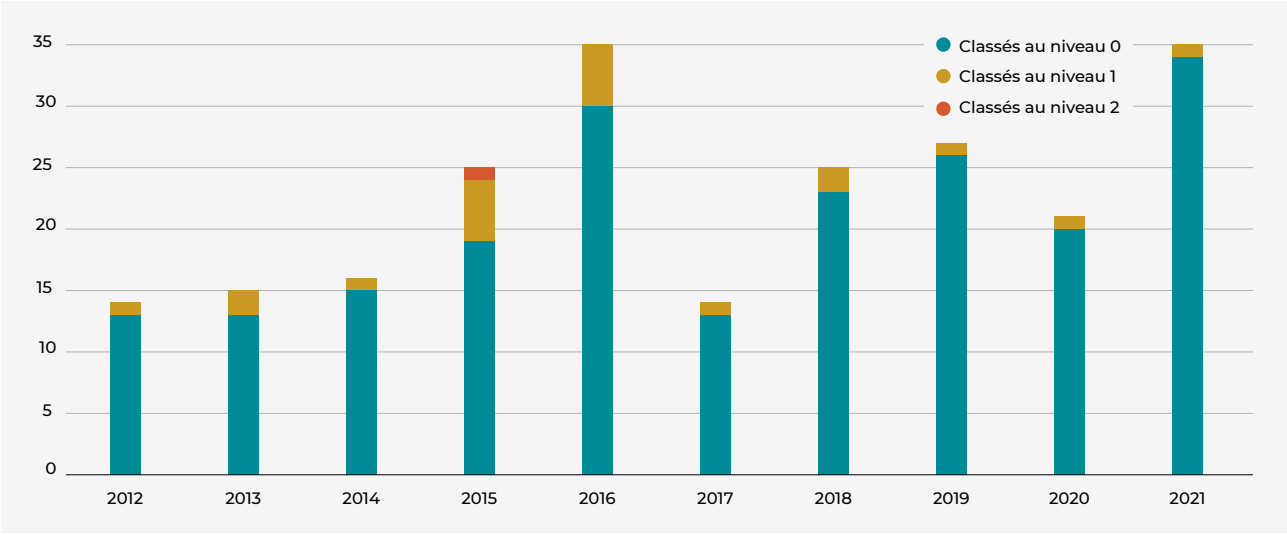
3.4.1 Les équipements utilisés

Dans le secteur de la recherche, l'ASN dénombrait, au 31 décembre 2021, 630 autorisations et une dizaine d'enregistrements délivrés au titre du code de la santé publique, dont près de 90 % délivrés à des structures publiques ou mixtes (publiques/privées). Le nombre d'autorisations est en diminution constante et s'explique essentiellement par la cessation d'utilisation de sources de rayonnements ionisants au profit de technologies alternatives qui n'utilisent plus de propriétés ionisantes. Depuis 2019 s'ajoute également le passage de certaines activités nucléaires du régime d'autorisation au régime de déclaration (voir point 2.4.2). Cette diminution se poursuit depuis l'entrée en vigueur du nouveau régime d'enregistrement, qui a eu lieu à mi-2021 (voir point 2.4.3) et qui vise en particulier la détention/utilisation de sources non scellées, jusqu'alors régie par le régime d'autorisation. Les bascules totales des laboratoires de recherche du régime d'autorisation vers celui de l'enregistrement vont se poursuivre au cours des prochaines années, notamment pour les laboratoires qui réduisent les quantités de radionucléides manipulés. Ces établissements et laboratoires utilisent majoritairement des sources non scellées pour la recherche médicale et biomédicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, les sciences de la matière et des matériaux, etc. Ils peuvent par ailleurs être des fournisseurs de sources non scellées. Ils utilisent aussi des sources scellées pour la réalisation de chromatographies en phase gazeuse, de comptages par scintillation ou dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X sont aussi mis en œuvre pour des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication de radionucléides.

GRAPHIQUE 11 **Répartition sur le territoire national, selon l'entité ASN compétente, des établissements autorisés ou enregistrés mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants dans le domaine de la recherche en 2021**



GRAPHIQUE 12 **Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN dans le secteur de la recherche**



3.4.2 L'état de la radioprotection

En 2021, l'ASN a procédé à 67 inspections dans ce secteur[2] (contre 52 inspections réalisées par an en moyenne sur la période de 2019-2021). Cette hausse par rapport à 2020 (42 inspections) s'explique par le report en 2021 des inspections qui n'avaient pas pu se tenir en 2020 en raison de la pandémie de Covid-19. De manière générale, il en ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche, grâce à une prise de conscience globale des enjeux de radioprotection, qui tend à se déployer.

Parmi les progrès constatés en 2021, l'ASN souligne une bonne implication des conseillers en radioprotection (CRP), du fait notamment de l'allocation de moyens dédiés et de leur interaction avec les équipes de recherche, permettant ainsi une meilleure prise en compte de la radioprotection. *A contrario*, les conditions d'entreposage et d'élimination des déchets et des effluents restent les principales difficultés rencontrées par les unités de recherche. Cette situation préoccupante est particulièrement prégnante dans les universités, qui ont historiquement entreposé leurs sources radioactives scellées périmées et leurs déchets contaminés par des radionucléides, parfois sur de très longues durées, au lieu de les évacuer régulièrement, ce qui aujourd'hui pose deux difficultés principales :

- face à leur diversité, la reprise des déchets radioactifs et des sources radioactives périmées ne peut s'effectuer qu'après une identification et une caractérisation précise ;
- cette reprise, à laquelle s'ajoute le cas échéant la caractérisation préalable, a un coût financier important, qui n'a souvent été ni anticipé ni budgété.

Les difficultés techniques, économiques et réglementaires concernant l'élimination d'anciennes sources scellées perdurent,

2. *Parmi ces inspections, 14 concernaient exclusivement la mise en œuvre de sources radioactives scellées ou d'appareils émettant des rayons X.*

malgré l'entrée en vigueur, depuis le 1er juillet 2015, du décret n° 2015-231 du 27 février 2015 relatif à la gestion des sources radioactives scellées usagées. En effet, ce texte, qui a pour objectif de faciliter l'élimination des sources scellées, ouvre la possibilité aux détenteurs de sources de rechercher différentes filières d'élimination auprès des fournisseurs de sources ou de l'Andra, sans imposer la restitution de la source au fournisseur d'origine.

L'ASN a par ailleurs identifié des axes de progrès, qui resteront des points de vigilance lors des prochaines inspections, notamment la réalisation et la traçabilité des contrôles avant élimination finale des déchets, la bonne traçabilité restant incomplète, voire souvent absente. Les inspections de 2021 ont également mis en lumière un manque de rigueur dans le respect des prescriptions des autorisations, notamment celles relatives à l'utilisation des locaux, ou dans leur mise à jour en cas de modifications des pratiques. Enfin, quelques écarts sont à noter concernant l'absence de mise en œuvre complète du programme des vérifications périodiques (vérifications incomplètes ou manquantes). En effet, l'entrée en vigueur de l'arrêté du 23 octobre 2020 portant sur les vérifications de radioprotection des équipements et des lieux de travail donne plus de responsabilités aux conseillers en radioprotection en la matière. Ce point fera l'objet d'un suivi particulier lors des prochaines inspections.

Tout comme en 2020, la mise en place systématique de systèmes d'enregistrements et d'analyse des événements indésirables et des ESR a continué à s'améliorer en 2021. En effet, la quasi-totalité des structures inspectées disposaient d'un système d'enregistrement des événements.

En 2021, l'ASN a enregistré 35 ESR concernant les activités de recherche (voir graphique 12).

Les ESR déclarés sont principalement de trois types :
- la découverte de sources (63 %) ;
- la contamination légère de travailleurs ou de l'environnement de travail lors de la manipulation de sources (26 %) ;
- l'évacuation des déchets vers une mauvaise filière (6 %).

Les découvertes de sources s'expliquent notamment par une mauvaise traçabilité générale : cela résulte souvent d'une absence d'action visant à leur élimination au moment de la cessation d'activité des laboratoires, ou d'une tenue irrégulière et incomplète des inventaires de sources.

Alors que les cas de contamination de travailleurs ou de l'environnement de travail avaient été quasi absents en 2020 du fait de la diminution voire de l'arrêt des manipulations en raison de la pandémie, ce type d'événement constitue un quart des ESR en 2021. Ces contaminations sont souvent dues à une défaillance de matériel, défaillance découverte lors des vérifications internes ; toutefois, les doses reçues par les travailleurs sont en-dessous des limites réglementaires.

En effet, un seul événement de ce type a été classé niveau 1 sur l'échelle INES. Il s'agit d'une contamination atmosphérique d'un laboratoire ayant entraîné une contamination interne et externe d'un travailleur. Une inspection réactive de suivi de ce laboratoire est prévue en 2022.

Enfin, les évacuations de déchets vers de mauvaises filières concernent souvent du matériel contaminé par des sources non scellées et mal caractérisé avant élimination.

L'ASN poursuit également sa collaboration avec l'Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la recherche, compétente en matière d'inspection du travail dans le secteur de la recherche publique. Une convention, signée en 2014, prévoit l'échange d'informations réciproques, permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections. Une rencontre annuelle permet de faire le point sur le fonctionnement de cette collaboration.

4 // Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

4.1 Les enjeux

Le contrôle par l'ASN des fournisseurs de sources radioactives ou d'appareils en contenant a pour but la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, le suivi des mouvements de sources, la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie. Les fournisseurs de sources ont également un rôle pédagogique vis-à-vis des utilisateurs.

À l'heure actuelle, seuls les fournisseurs de sources radioactives scellées (ou d'appareils en contenant) et de sources radioactives non scellées sont réglementés en France (voir point 2.3.1). L'ASN recense un peu plus de 150 fournisseurs à enjeux, dont 35 cyclotrons de basse et moyenne énergie, qui sont actuellement autorisés au titre du code de la santé publique.

4.2 Les cyclotrons

Fonctionnement

Au 31 décembre 2021, 4 cyclotrons étaient « en veille » et 31 cyclotrons étaient en service, dont 1 en phase d'essai. Parmi les 30 équipements en fonctionnement nominal, 16 sont utilisés exclusivement pour la production quotidienne de médicaments radio-pharmaceutiques, 7 sont utilisés à des fins de recherche et 7 pour un usage mixte de production et de recherche.

Pour les années 2022 et 2023, la mise en service de 4 cyclotrons est projetée, dont un fonctionnement effectif pour deux d'entre eux dès 2022 pour une utilisation à des fins de recherche.

L'évaluation de la radioprotection dans les installations utilisant des cyclotrons

Dans ce domaine, l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010. Chaque nouvelle installation ou toute modification importante d'une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection concernant ces installations doivent être pris en compte dès la conception. L'application des normes, en particulier la norme NF M 62105 « Accélérateurs industriels : installations », ISO 106482 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires », garantit une utilisation sécurisée des équipements et permet une réduction importante des risques.

Les établissements disposant d'un cyclotron et fabriquant des radionucléides et des produits en contenant sont soumis à des limites de rejets d'effluents gazeux fixées dans leur autorisation. Les niveaux de rejets dépendent des fréquences et des types de production réalisée.

LES CYCLOTRONS

Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons, dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 mégaélectronvolts (MeV). Un cyclotron est composé de deux électro-aimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible qui va être activée et produire des radionucléides.

Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons, tels que le fluor-18 ou le carbone-11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le ^{18}F-FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor-18), médicament injectable fabriqué industriellement et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

D'autres médicaments radiopharmaceutiques fabriqués à partir de fluor-18 ont également été développés ces dernières années, tels que la ^{18}F-choline, le ^{18}F-Na, la ^{18}F-DOPA et d'autres radiopharmaceutiques pour l'exploration du cerveau. Dans une moindre mesure, les autres émetteurs de positons pouvant être fabriqués avec un cyclotron d'une gamme d'énergie équivalente à celle nécessaire pour la production du fluor-18 et du carbone-11 sont l'oxygène-15 et l'azote-13. Toutefois, leur utilisation est encore limitée, du fait de leur période radioactive très courte.

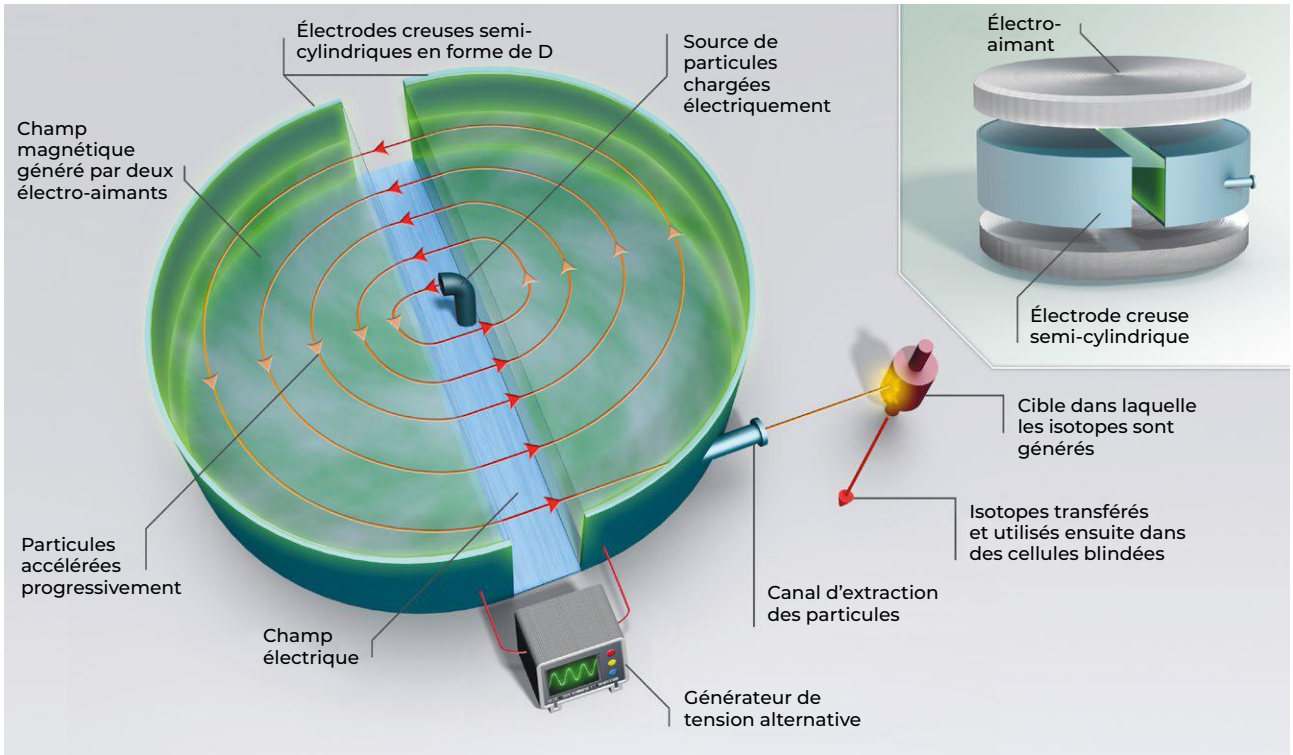
Les ordres de grandeur des activités mises en jeu pour le fluor-18 habituellement rencontrés dans les établissements pharmaceutiques varient de 30 à 500 gigabecquerels (GBq) par tir de production. Les radionucléides émetteurs de positons fabriqués dans le cadre de la recherche mettent en jeu, quant à eux, des activités limitées, en général, à quelques dizaines de gigabecquerels.

Afin de diminuer au maximum l'activité rejetée en sortie de cheminée, des systèmes de filtration et de piégeage des effluents gazeux sont installés dans les enceintes de production et dans les réseaux d'extraction des installations. Certains exploitants ont également mis en place des systèmes de récupération des gaz pour décroissance avant leur rejet, installés au plus près des enceintes blindées, permettant une diminution notable des activités rejetées dans l'environnement.

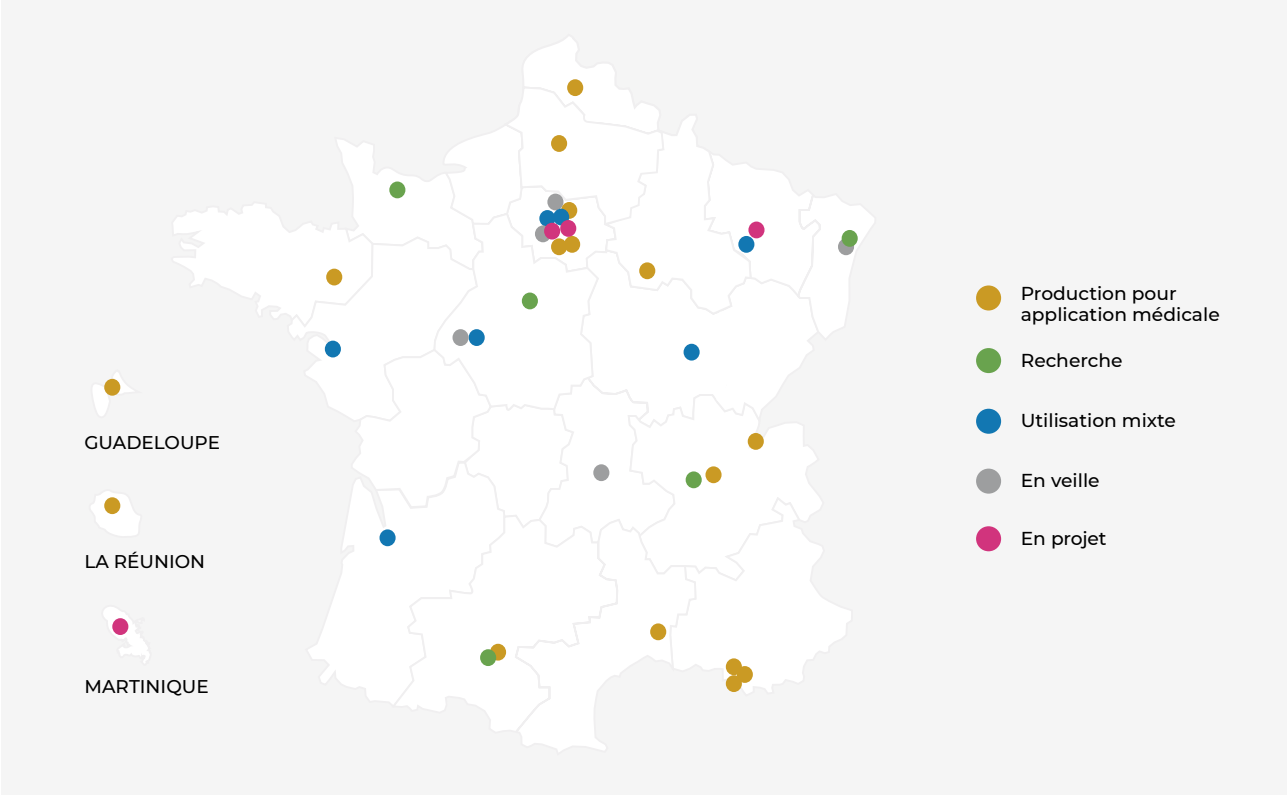
De ce fait, les niveaux d'activités rejetées et la faible période des radionucléides rejetés sous forme gazeuse conduisent à une absence d'impact significatif sur le public et l'environnement.

L'ASN a poursuivi, avec l'IRSN, une étude engagée en 2016 sur les rejets gazeux émis dans l'environnement par ces installations. Les conclusions des premiers travaux, qui ont impliqué à la fois l'IRSN et les exploitants, ont permis d'établir en 2018 une doctrine en matière de rejets d'effluents gazeux dont les points saillants feront l'objet d'un projet de texte réglementaire. En parallèle, de nouvelles évaluations de l'impact de rejets des installations situées à proximité d'habitations ont été réalisées, pour certains établissements, au moyen d'outils de modélisation mieux adaptés aux champs proches. En complément, l'IRSN s'est doté en 2020 d'un outil informatique permettant une estimation plus précise des impacts radiologiques par la modélisation des rejets à

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN CYCLOTRON



IMPLANTATION DES CYCLOTRONS EN FRANCE



proximité immédiate du site concerné et la réalisation, au besoin, de contre-expertises des études fournies par les exploitants.

Enfin, le 23 septembre 2021, l'ASN et l'IRSN ont tenu une réunion visant à présenter aux exploitants des 31 cyclotrons en fonctionnement, en France métropolitaine et en outre-mer, le nouveau document d'aide à l'élaboration de l'étude d'impact d'un dossier de demande d'autorisation. Ce document détaille les différentes étapes d'une étude d'impact, notamment la caractérisation du terme source (rejets), la description précise de l'environnement local, celle des transferts dans l'environnement, en soulignant l'importance du choix de la méthode de calcul de dispersion et l'évaluation finale de la dose.

Il sera diffusé largement à la profession courant 2022.

L'ASN réalise une dizaine d'inspections dans ce type d'établissements chaque année. Huit sites ont été inspectés en 2021, dont un en cours d'installation. Les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d'utilisation ainsi qu'au bon fonctionnement des cyclotrons et des plateformes de production font l'objet d'une attention particulière lors des inspections. Le champ des inspections réalisées inclut, outre les éléments relatifs à la radioprotection, la gestion des événements internes, le suivi et la maintenance des équipements de production, le contrôle des systèmes de surveillance et d'asservissement ainsi que les bilans des rejets gazeux et la gestion des déchets et effluents liquides. Les sept établissements en fonctionnement inspectés disposent d'une organisation de la radioprotection satisfaisante (au moins un conseiller en radioprotection désigné et une personne titulaire du CAMARI), ainsi que d'une bonne appropriation de la réglementation, tant du point de vue de la protection des travailleurs que de la vérification des équipements et du respect des dispositions applicables en matière de gestion des sources, des déchets et effluents. Un établissement inspecté a toutefois dépassé le seuil autorisé des rejets atmosphériques, ce qui a conduit à une mise en demeure.

Enfin, des plans d'action nationaux sont mis en place par les exploitants des deux grands groupes nationaux de production de radio-pharmaceutiques et sont suivis par l'ASN, dans l'objectif d'une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Six ESR ont été déclarés en 2021 par les exploitants de cyclotrons. Aucun de ces événements n'a conduit à des expositions significatives des travailleurs ou du public.

Deux ESR portaient sur la livraison d'une activité supérieure à l'activité autorisée maximale du client, principalement liée à des incohérences de l'outil informatique. Deux autres ESR ont concerné pour l'un, la contamination (sans conséquence radiologique) de la main d'une opératrice lors de la déconnexion d'un tube capillaire d'un flacon et, pour l'autre, le dépassement des activités réelles manipulées par rapport à celles effectivement autorisées.

Enfin, deux établissements ont déclaré un dépassement de leurs valeurs limites annuelles de rejets des effluents gazeux radioactifs. L'un des dépassements est survenu de manière ponctuelle pendant les phases de tests en amont de la mise en fonctionnement du cyclotron, et l'autre a concerné un site de production de fluor-18 dont la filtration des rejets a été défectueuse pendant plusieurs mois, et pour lequel la détection de l'événement n'a pas été immédiate. Dans les deux cas, les dispositions ont été prises pour ramener les rejets dans les limites autorisées.

L'impact de ces événements sur les personnes vivant à proximité des sites est resté limité et très en-deçà de la limite annuelle réglementaire de dose pour le public (1 mSv).

Ces deux événements ont fait l'objet d'un avis d'incident publié sur le site de l'ASN et ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. Le site à l'origine du dépassement de rejets sur plusieurs mois a par ailleurs été mis en demeure de revenir à une situation normale.

Il existe des disparités dans les moyens techniques et organisationnels mis en œuvre par les exploitants, en fonction de l'ancienneté des installations et de la nature des activités réalisées (recherche ou production industrielle). Le retour d'expérience dans ce domaine a conduit l'ASN à rédiger, avec l'appui de l'IRSN, un projet de texte réglementaire sur les règles techniques de conception et d'exploitation applicables aux établissements produisant des radionucléides au moyen d'un cyclotron. Ce projet de texte a fait l'objet d'une consultation des parties prenantes en 2016. Une nouvelle version a été élaborée en 2018, prenant en compte les observations reçues et incluant des chapitres supplémentaires sur la maîtrise et le suivi des rejets d'effluents gazeux. Cette seconde version a fait l'objet d'une nouvelle consultation des parties prenantes en 2019. L'élaboration de ce projet de texte se poursuivra en 2022, en tenant compte des échanges réalisés avec la DGT courant 2019 et des éléments apportés par l'IRSN en 2020 afin de bâtir un référentiel réglementaire unique pour l'ensemble du secteur d'activité concerné. Les principales conclusions de ces travaux réglementaires sont déjà utilisées dans le cadre de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation, afin d'inclure des prescriptions adaptées dans les décisions individuelles d'autorisation.

4.3 Les autres fournisseurs de sources

L'évaluation de la radioprotection

Les fournisseurs de sources radioactives, hors cyclotrons, proposent des solutions techniques dans les divers domaines de l'industrie, du secteur médical ou de la recherche. Il peut s'agir de fabricants de sources « nues » ou d'appareils contenant des sources radioactives scellées, de fabricants de sources non scellées ou bien de distributeurs qui importent des sources provenant de l'étranger. Dans tous les cas, l'ASN instruit les dossiers de demande d'autorisation des sources que ces fournisseurs souhaitent distribuer sur le territoire français.

En 2021, hors cyclotrons, 25 inspections ont été réalisées (dont 7 à distance[3]) chez des fabricants/distributeurs de sources scellées ou non scellées, des établissements impliqués dans le démantèlement et le reconditionnement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, des sociétés assurant la récupération de paratonnerres et celles assurant la fabrication et l'installation de générateurs X (bien que n'étant pas encore soumis à une autorisation de distribution, ces équipements sont réglementés en utilisation, incluant ainsi les opérations de mise en service et de maintenance réalisées par les entreprises les commercialisant). En complément de ce qui était fait jusqu'ici, 5 des 25 inspections réalisées ont porté sur des thématiques prioritaires autres que la fourniture de sources (protection des sources contre les actes de malveillance, maintenance d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants, propreté radiologique de sites en cessation d'activité, dépose de paratonnerres et démantèlement de détecteurs ioniques de fumée). Enfin, deux de ces inspections ont concerné des établissements étrangers distribuant des sources de rayonnements ionisants sur le territoire français.

Ces inspections ont permis de contrôler environ un quart des établissements à enjeux sur la base d'indicateurs spécifiques, notamment liés aux responsabilités des fournisseurs en matière du suivi des sources et de reprise des sources radioactives scellées auprès des utilisateurs, pour en assurer une élimination conforme aux enjeux de radioprotection de la population et de l'environnement.

L'état de la radioprotection lié à l'activité de distribution de radionucléides est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences et responsabilités qui incombent aux fournisseurs (vérifications nécessaires à la distribution, vérifications techniques des sources distribuées, mise en place des flux de reprise, transmission des informations à l'IRSN) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité d'entre eux. Ces inspections ont également permis de sensibiliser les fournisseurs de sources aux nouvelles évolutions réglementaires, notamment celles relatives à la prise en compte de la protection des sources radioactives, qu'ils détiennent ou qu'ils s'apprêtent à distribuer, contre les actes de malveillance.

Cependant, ces inspections et l'analyse des déclarations d'événements significatifs ont également permis d'identifier des points de vigilance, parmi lesquels :

- la définition des conditions de reprise en amont des livraisons entre les fournisseurs et leurs clients. En effet, les modalités de la future reprise des sources livrées (dix ans à compter de la date du premier enregistrement figurant sur le formulaire de fourniture) sont souvent communiquées de manière imprécise au client, ce qui ralentit la fluidité des opérations de reprise ;
- la réalisation systématique des vérifications en amont des livraisons. Ces vérifications, pour lesquelles le fournisseur doit mettre en place une organisation adaptée (par des blocages informatiques ou des vérifications au cours de la préparation « physique » de la commande), incluent notamment la vérification de l'existence d'une autorisation (ou d'une déclaration) permettant de détenir la source concernée et la vérification du fait que la livraison d'une source n'induira pas à elle seule, compte tenu des autres sources déjà livrées par le fournisseur, de dépassement des limites de l'autorisation du client.

3. Les inspections à distance ont été menées sur des fournisseurs ne détenant pas de stock physique de sources.

5 // Conclusion et perspectives

La mise en œuvre du nouveau cadre réglementaire applicable aux activités nucléaires

En 2021, le renforcement de l'approche graduée du contrôle, basée sur une nomenclature de classement des différentes catégories d'activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants, s'est poursuivi avec l'entrée en vigueur des décisions relatives au régime d'enregistrement. Pour l'entrée en vigueur effective de ce nouveau régime, l'ASN a développé un service de télé-enregistrement sur son site Internet, permettant le dépôt des dossiers de demande et a diffusé une large information auprès des professionnels.

Par ailleurs, afin de finaliser l'ensemble du dispositif de refonte des régimes du code de la santé publique, l'ASN engagera en 2022 le processus de mise à jour des décisions relatives au contenu des dossiers des activités nucléaires soumises au régime d'autorisation ; cette mise à jour inclura, le cas échéant, le volet relatif à la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements X. Par ailleurs, elle poursuivra ses actions visant à accélérer la dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation au-delà de décembre 2021.

Enfin, en lien avec la DGT, l'ASN travaillera à l'actualisation du cadre réglementaire concernant les règles techniques de conception et les procédures de certification des appareils de radiologie industrielle (article R. 4312-1-3 du code du travail).

Le contrôle de protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

L'ASN a été désignée autorité de contrôle des dispositions visant à la protection des sources contre les actes de malveillance dans la majorité des installations. La publication du décret précité a permis l'entrée en vigueur, mi-2018, des premières dispositions en la matière : les responsables d'activités nucléaires doivent notamment autoriser individuellement l'accès aux sources les plus dangereuses, leur convoyage et l'accès aux informations les protégeant.

Ces premières dispositions en matière de protection des sources contre les actes de malveillance ont été renforcées avec l'entrée en application, au 1er janvier 2021, d'une partie de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié, qui demande d'adapter le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise à ces risques spécifiques.

S'il s'agit de nouvelles dispositions réglementaires, c'est avant tout un risque supplémentaire (tout comme la cybersécurité qui lui est liée, dès lors qu'elle concerne des informations nécessaires à la protection des sources) à gérer et à intégrer dans la culture d'entreprise, notamment par des actions de sensibilisation et d'information du personnel.

À ce titre, la direction des entreprises concernées doit dorénavant définir et formaliser une politique de protection contre la malveillance mise en œuvre par le responsable d'activité nucléaire. Les ressources, l'autorité et les compétences nécessaires doivent ainsi lui être déléguées.

Au 1er juillet 2022, l'ensemble de l'arrêté entrera en vigueur et les dispositifs techniques de protection physique des sources devront être mis en place. Ceci concerne aussi bien les activités dans les installations ou lors de chantiers (utilisation, détention) que les transports routiers.

Depuis 2019, les inspections de l'ASN abordent la question de la protection des sources contre la malveillance de façon de plus en plus complète. Des inspections entièrement consacrées à cette question ont commencé, en nombre limité en 2021, seront plus nombreuses en 2022 et atteindront un « rythme de croisière » à compter de 2023, première année pleine pendant laquelle la totalité de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié sera applicable.

Lors de l'instruction des demandes d'autorisation d'activités nucléaires, l'ASN s'assure que les dispositions nécessaires ont été mises en place. Le contenu des dossiers à produire a donc également évolué au cours des derniers exercices pour prendre en compte la protection des sources radioactives.

L'ASN a par ailleurs poursuivi les actions engagées en matière de formation de ses personnels sur cette nouvelle mission et mis à disposition des outils internes (guide d'inspection, grilles d'instruction d'une demande d'autorisation, fiches question-réponse).

En complément des informations qui peuvent être données lors des inspections, des déplacements en région pour présenter l'arrêté ont été organisés. Un guide co-rédigé par l'ASN et le Service du Haut Fonctionnaire de défense du ministère chargé de l'énergie (ministère de la Transition écologique) présentant des recommandations pour la mise en œuvre des exigences en matière de protection des sources contre les actes de malveillance est en cours de préparation. Enfin, afin de tenir compte du retour d'expérience acquis lors des trois dernières années, issu de l'instruction des demandes d'autorisation, des inspections et plus largement des échanges nombreux avec les professionnels, une mise à jour de certaines dispositions de l'arrêté est d'ores et déjà envisagée.

1 Les flux de transport de substances radioactives ..... P. 268

2 La réglementation encadrant les transports de substances radioactives ..... P. 270

2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives

2.2 Le principe de défense en profondeur

2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis
- 2.3.1 Les colis exceptés
- 2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles
- 2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles
- 2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium
- 2.3.5 Les colis de type C

2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport
- 2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public
- 2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules
- 2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport

2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence

2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

3 Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives ..... P. 275

3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection

3.2 La protection contre les actes de malveillance

3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

4 L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives ..... P. 276

4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition

4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis
- 4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages
- 4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages
- 4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément
- 4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis
- 4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence
- 4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport

4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives
- 4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique
- 4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

4.4 Contribuer à l'information du public

4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports
- 4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports
- 4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN





09

Le transport de substances radioactives

09

LE TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

Le transport de substances radioactives constitue un secteur particulier du transport de marchandises dangereuses, caractérisé par les risques liés à la radioactivité. Le champ du contrôle de la sûreté du transport de substances radioactives couvre de nombreux domaines d'activité dans les secteurs industriels, médicaux et de la recherche. Il s'appuie sur une réglementation internationale exigeante.

1 // Les flux de transport de substances radioactives

Les marchandises dangereuses susceptibles d'être transportées sont réparties par la réglementation en neuf « classes », en fonction de la nature du risque associé (par exemple : matières explosibles, toxiques, inflammables, etc.). La classe 7 correspond aux substances radioactives.

Le transport de substances radioactives se distingue par sa grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus de 100 tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés. Les enjeux de sûreté sont également très variés. La très grande majorité des colis présente individuellement des enjeux de sûreté limités, mais une faible part des colis présente de très forts enjeux de sûreté.

Environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pourcents du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. La très grande majorité des transports sont effectués par route, mais quelques transports ont également lieu par voies ferrée, maritime et aérienne (voir tableau 1). Ces transports concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire (voir graphique 1).

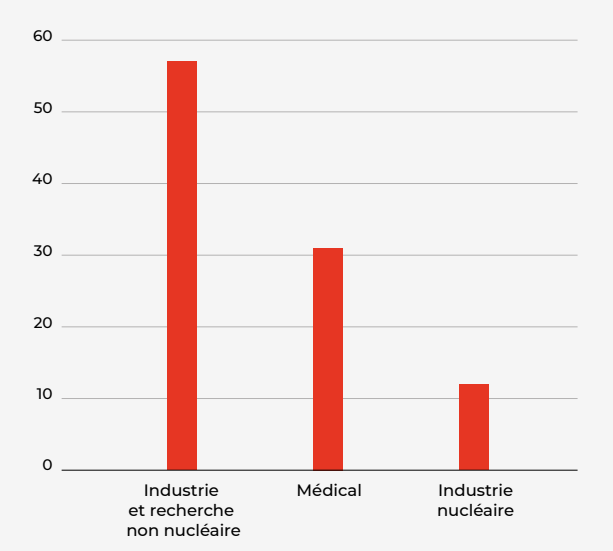
Une majorité des colis transportés sont à destination de l'industrie ou de la recherche, non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils contenant des sources radioactives qui ne sont pas utilisés à poste fixe et doivent donc être transportés très fréquemment. On peut, par exemple, citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie utilisés pour détecter par radiographie des défauts dans les matériaux. Les déplacements vers les différents chantiers expliquent le très grand nombre de transports pour l'industrie non nucléaire. Les enjeux de sûreté sont très variables ; en effet, la source radioactive contenue dans les détecteurs de plomb a une très faible activité radiologique, alors que celle contenue dans les appareils de gammagraphie a une activité nettement plus élevée.

Environ un tiers des colis transportés sont utilisés dans le secteur médical : il s'agit de fournir les centres de soins en sources radioactives, par exemple des sources scellées utilisées en radiothérapie ou des produits radiopharmaceutiques, et d'en évacuer les déchets radioactifs. L'activité des produits radiopharmaceutiques décroît rapidement (par exemple, la période radioactive du fluor-18 est proche de 2 heures). Par conséquent, ces produits doivent être très régulièrement acheminés vers les services de médecine nucléaire, ce qui occasionne un nombre élevé de transports, dont la bonne réalisation est critique pour la continuité des soins. La plupart de ces produits ont des activités faibles ; néanmoins, une petite proportion d'entre eux, comme les sources utilisées en radiothérapie ou les sources irradiées servant à la production du technétium (utilisé en imagerie médicale), présente des enjeux de sûreté significatifs.

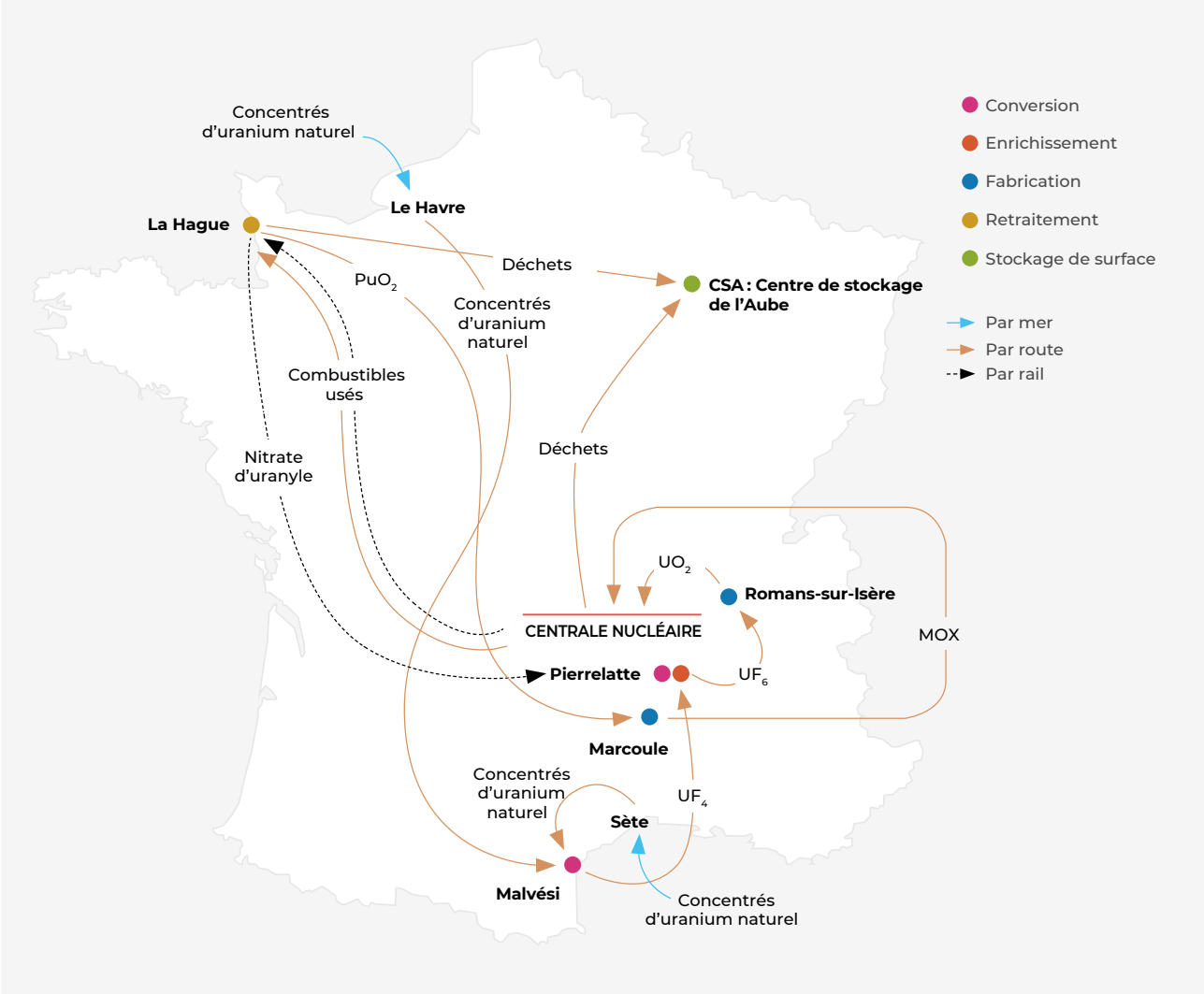
Enfin, 12 % des colis transportés en France sont en lien avec l'industrie nucléaire. Cela représente environ 19 000 transports annuels, pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du « cycle du combustible », du fait de la répartition des différentes installations et des centrales nucléaires sur le territoire national (voir carte ci-après). Suivant l'étape du cycle, la forme physico-chimique et l'activité radiologique des substances varient fortement. Les transports à très forts enjeux de sûreté sont notamment les transports d'hexafluorure d'uranium (UF_6) enrichi ou non (dangereux notamment du fait des propriétés toxiques et corrosives du fluorure d'hydrogène formé par l'UF_6 au contact de l'eau), les évacuations de combustibles irradiés en direction de l'usine de retraitement de La Hague et les transports de certains déchets nucléaires. Parmi les transports liés à l'industrie nucléaire, on dénombre annuellement environ :

- 200 transports organisés pour acheminer les combustibles irradiés des centrales électronucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement Orano Recyclage de La Hague ;

GRAPHIQUE 1 **Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %**



TRANSPORTS ASSOCIÉS AU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » EN FRANCE



- une centaine de transports de plutonium sous forme d'oxyde entre l'usine de retraitement de La Hague et l'usine de production de combustible de Melox, située dans le Gard ;
- 250 transports d'UF_6 servant à la fabrication du combustible ;
- 400 transports de combustible neuf à base d'uranium et une cinquantaine de transports de combustible neuf « MOX » (Mélange d'OXydes) à base d'uranium et de plutonium ;
- 2 000 transports en provenance ou à destination de l'étranger ou transitant par la France, pour environ 58 000 colis transportés (colis de type industriel, A et B).

Les données statistiques présentées dans ce chapitre sont issues d'une étude menée par l'ASN en 2012. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées en 2011 auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base – INB, laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources, etc.), ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur *asn.fr* (rubrique « L'ASN informe/Dossiers pédagogiques/Transport des substances radioactives en France »).

TABLEAU 1 **Répartition par mode de transport (chiffres arrondis)**

ORDRE DE GRANDEUR DU NOMBRE DE COLIS ET DE TRANSPORTS		ROUTE	ROUTE ET AIR	ROUTE ET RAIL	ROUTE ET MER	ROUTE, MER ET RAIL	ROUTE, MER ET AIR
Colis agréés par l'ASN	Nombre de colis	18 000	1300	460	1900	0	0
	Nombre de transports	12 500	1250	380	390	0	0
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Nombre de colis	870 000	47 000	2900	6800	34 500	5300
	Nombre de transports	740 000	21 000	530	910	80	5300

2 // La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

Étant donné que les transports peuvent franchir les frontières, la réglementation encadrant les transports de substances radioactives repose sur des prescriptions à caractère international élaborées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Elles sont regroupées dans le document *Specific Safety Requirements – 6* (SSR-6), qui sert de base aux réglementations européenne et française sur le sujet.

2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives

Les risques majeurs associés au transport de substances radioactives sont les suivants :

- le risque d'irradiation externe de personnes en cas de détérioration de la protection radiologique des colis (matériau qui permet de réduire le rayonnement au contact des colis de substances radioactives) ;
- le risque d'inhalation ou d'ingestion de particules radioactives en cas de relâchement de substances radioactives hors de l'emballage ;
- la contamination de l'environnement en cas de relâchement de substances radioactives ;
- le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (risque de criticité) pouvant occasionner une irradiation grave des personnes. Ce risque ne concerne que les substances fissiles.

Par ailleurs, les substances radioactives peuvent également présenter un risque chimique. C'est le cas, par exemple, pour le transport d'uranium naturel, faiblement radioactif, et dont le risque prépondérant pour l'homme est lié à la nature chimique du composé, notamment en cas d'ingestion. De même, l'UF_6, utilisé dans le cadre de la fabrication des combustibles pour les centrales électronucléaires, peut conduire, en cas de relâchement et de contact avec l'eau, à la formation d'acide fluorhydrique, qui est un puissant agent corrosif et toxique.

Par nature, les transports ont lieu sur l'ensemble du territoire national et sont soumis à de nombreux aléas difficiles à contrôler ou à anticiper, comme le comportement des autres véhicules empruntant la même voie de circulation. Il n'est donc pas possible d'exclure la possibilité qu'un accident de transport se produise en un point donné du territoire national, éventuellement à proximité immédiate des populations. Contrairement aux événements se déroulant au sein des INB, le personnel des industriels concernés est généralement dans l'incapacité d'intervenir immédiatement, voire de donner l'alerte (si le chauffeur est tué dans l'accident), et les premiers services de secours à intervenir ne sont *a priori* pas spécialisés dans la gestion du risque radioactif.

Pour faire face à ces risques, une réglementation spécifique a été mise en place pour encadrer les transports de substances radioactives.

2.2 Le principe de défense en profondeur

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur le concept de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, en conditions de routine, en cas d'incident et en cas d'accident sévère. Dans le cas du transport, la défense en profondeur repose sur trois niveaux de protection complémentaires :

- la robustesse du colis, qui permet d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux le justifient. Afin de garantir cette robustesse, la réglementation prévoit des épreuves de référence auxquelles le colis doit résister ;
- la fiabilité des opérations de transport, qui permet de réduire l'occurrence des anomalies, des incidents et des accidents. Cette fiabilité est assurée par le respect des exigences réglementaires, telles que la formation des différents intervenants, la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour toutes les opérations, le respect des conditions d'utilisation des colis, l'arrimage efficace des colis, etc. ;
- la gestion des situations d'urgence, qui permet de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Ce troisième niveau passe, par exemple, par la préparation et la diffusion de consignes à appliquer par les différents acteurs en cas d'urgence, la mise en place de plans d'urgence, la réalisation d'exercices de crise.

La robustesse des colis est particulièrement importante : le colis doit en dernier recours apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un incident ou d'un accident (en fonction de la dangerosité du contenu).

2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis

On distingue cinq grandes familles de colis : colis exceptés, colis de type industriel, colis de type A, colis de type B, colis de type C. Ces familles sont définies en fonction des caractéristiques de la matière transportée, comme l'activité radiologique totale, l'activité spécifique, qui correspond au caractère plus ou moins concentré de la matière, et la forme physico-chimique.

La réglementation définit des épreuves qui simulent des incidents ou des accidents, à l'issue desquelles les fonctions de sûreté restent assurées. La sévérité des épreuves réglementaires est adaptée au danger potentiel de la substance transportée. De plus, des exigences supplémentaires s'appliquent aux colis transportant de l'UF_6 ou des matières fissiles, du fait des risques spécifiques présentés par ces substances.

2.3.1 Les colis exceptés

Les colis exceptés permettent de transporter des quantités faibles de substances radioactives, comme les produits radiopharmaceutiques de très faible activité. Du fait des enjeux de sûreté très limités, ces colis ne sont soumis à aucune épreuve de qualification. Ils doivent toutefois respecter un certain nombre de spécifications générales, notamment relatives à la radioprotection, pour garantir que le niveau de rayonnement autour des colis exceptés reste très bas.

TABLEAU 2 **Répartition des colis transportés par type**

TYPE DE COLIS		PART APPROXIMATIVE DES COLIS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT
Colis agréés par l'ASN	Colis de type B, colis contenant des matières fissiles et colis contenant de l'UF_6	2 %
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Colis de type A ne contenant pas de substances radioactives fissiles	32 %
	Colis industriels ne contenant pas de substances radioactives fissiles	8 %
	Colis exceptés	58 %

2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles

Les colis de type A permettent, par exemple, de transporter des radionucléides à usage médical couramment utilisés dans les services de médecine nucléaire, comme les générateurs de technétium. L'activité totale pouvant être contenue dans un colis de type A est limitée par la réglementation.

Les colis de type A doivent être conçus pour résister aux incidents pouvant être rencontrés lors du transport ou des opérations de manutention ou d'entreposage (petits chocs, empilement des colis, chute d'un objet perforant sur le colis, exposition à la pluie). Ces situations sont simulées par les épreuves suivantes :

- exposition à un orage important (hauteur de précipitation de 5 centimètres par heure pendant au moins 1 heure) ;
- chute sur une surface indéformable d'une hauteur variable selon la masse du colis (maximum 1,20 mètre) ;
- compression équivalente à cinq fois la masse du colis ;
- pénétration d'une barre standard par chute d'une hauteur d'1 mètre sur le colis.

Des épreuves supplémentaires sont nécessaires lorsque le contenu est sous forme liquide ou gazeuse.

Les colis industriels permettent de transporter de la matière avec une faible concentration d'activité ou des objets ayant une contamination surfacique limitée. Les matières uranifères extraites de mines d'uranium à l'étranger sont, par exemple, acheminées en France à l'aide de fûts industriels de 200 litres chargés dans des colis industriels. Trois sous-catégories de colis industriels existent en fonction de la dangerosité du contenu. Selon leur sous-catégorie, les colis industriels sont soumis aux mêmes épreuves que les colis de type A, à une partie d'entre elles ou seulement aux dispositions générales applicables aux colis exceptés.

Grâce aux restrictions imposées sur les contenus autorisés, les conséquences en cas de destruction d'un colis de type A ou d'un colis industriel resteraient gérables, à condition de prendre des mesures adaptées de gestion des accidents. La réglementation n'impose donc pas que ces types de colis résistent à un accident sévère.

Du fait de leurs enjeux limités, les colis industriels et de type A ne font pas l'objet d'un agrément par l'ASN : la conception et la réalisation des épreuves relèvent de la responsabilité du fabricant. Ces colis et leurs dossiers de démonstration de sûreté sont contrôlés par sondage lors des inspections de l'ASN.

2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles

Les colis de type B sont les colis permettant de transporter les substances les plus radioactives, comme les combustibles irradiés ou les déchets nucléaires vitrifiés de haute activité. Les colis contenant des substances fissiles sont des colis de type industriel, A ou B qui sont, de plus, conçus pour transporter des matières contenant de l'uranium-235 ou du plutonium et pouvant, de ce fait, conduire au démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne incontrôlée. Il s'agit essentiellement de colis utilisés par l'industrie nucléaire. Les appareils de gammagraphie relèvent également de la catégorie des colis de type B.

Compte tenu du niveau de risque élevé présenté par ces colis, la réglementation impose qu'ils soient conçus de façon à garantir, y compris en cas d'accident sévère de transport, le maintien de leurs fonctions de confinement de la matière radioactive et de protection radiologique (pour les colis de type B), ainsi que de sous-criticité (pour les colis contenant des matières fissiles). Les conditions accidentelles sont simulées par les épreuves suivantes :

- une épreuve de chute de 9 mètres de haut sur une cible indéformable. Le fait que la cible soit indéformable signifie que toute l'énergie de la chute est absorbée par le colis, ce qui est très pénalisant. En effet, si un colis lourd chute sur un sol réaliste, le sol se déformera et absorbera donc une partie de l'énergie. Une chute sur une cible indéformable de 9 mètres peut donc correspondre à une chute d'une hauteur nettement plus élevée sur un sol réaliste. Cette épreuve permet également de simuler le cas où le véhicule percuterait un obstacle. Lors de la chute libre de 9 mètres, le colis arrive à environ 50 kilomètres à l'heure sur la cible. Cependant, cela correspond à un choc réel à bien plus grande vitesse car, dans la réalité, le véhicule et l'obstacle absorberaient tous deux une partie de l'énergie ;
- une épreuve de poinçonnement : le colis est lâché depuis 1 mètre de hauteur sur un poinçon métallique. Le but est de simuler l'agression du colis par des objets perforants (par exemple, des débris arrachés au véhicule lors d'un accident) ;
- une épreuve d'incendie de 800 °C pendant 30 minutes. Cette épreuve simule le fait que le véhicule puisse prendre feu après un accident ;
- une épreuve d'immersion sous 15 mètres d'eau pendant 8 heures. Cette épreuve permet de tester la résistance du colis à la pression, pour le cas où il tomberait dans de l'eau (dans un fleuve en bord de route ou dans un port lors du déchargement d'un navire). Certains colis de type B doivent de plus subir une épreuve poussée d'immersion, qui consiste en une immersion sous 200 mètres d'eau pendant une heure.

NOUVELLE ÉDITION 2020 DE LA NORME ISO 7195

Cette norme :

- précise les spécifications des cylindres pour le transport de l'hexafluorure d'uranium (UF_6) afin d'assurer une compatibilité entre les différents utilisateurs ;
- décrit la conception des cylindres ;
- mentionne les exigences de fabrication pour l'approvisionnement de cylindres neufs conçus pour le transport de quantités d'UF_6 égales ou supérieures à 0,1 kilogramme ;
- fixe les exigences de fabrication pour l'approvisionnement de nouvelles vannes et de nouveaux bouchons ;
- détermine les exigences relatives aux cylindres et aux capots de vanne en service.

Cette troisième édition annule et remplace la précédente édition ISO 7195:2005. Les principaux changements par rapport à l'édition précédente portent sur :

- la structure générale du document, qui a été réorganisée pour améliorer la clarté et faciliter la comparaison avec la norme américaine équivalente ANSI N14.1 ;
- la suppression du modèle de cylindre 48G, au profit de l'introduction du cylindre 30C ;
- l'introduction de bouchons à tête creuse pour les cylindres de 30 et 48 pouces, en sus des bouchons à tête hexagonale ;
- la possibilité, pour les cylindres 30B, 48X et 48Y, d'utiliser des contrôles non destructifs comme alternative aux contrôles hydrostatiques lors des contrôles périodiques, à condition que des contrôles supplémentaires soient effectués au moment de leur fabrication ;
- l'utilisation de différentes méthodes de test d'étanchéité ;
- l'interdiction de réutiliser des vannes et des bouchons qui ont été précédemment retirés des cylindres.

Les trois premières épreuves (chute, poinçonnement et incendie) doivent être réalisées successivement sur le même spécimen de colis. Elles doivent être réalisées dans la configuration la plus pénalisante (orientation du colis, température extérieure, position du contenu, etc.).

Les modèles de colis de type B et ceux contenant des substances fissiles doivent recevoir un agrément de l'ASN ou, dans certains cas, d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler. Pour obtenir cet agrément, le concepteur du modèle de colis doit démontrer dans le dossier de sûreté la résistance aux épreuves mentionnées ci-dessus. Cette démonstration est habituellement apportée au moyen d'épreuves réalisées sur une maquette à échelle réduite représentant le colis et de calculs numériques (pour simuler le comportement mécanique et thermique du colis, ou pour évaluer le risque de criticité).

2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium

L'UF_6 est utilisé dans le « cycle du combustible ». C'est sous cette forme que l'uranium est enrichi. On trouve donc de l'UF_6 naturel (c'est-à-dire formé d'uranium naturel), de l'UF_6 enrichi (c'est-à-dire avec une composition isotopique enrichie en uranium-235) et de l'UF_6 appauvri.

Outre les dangers présentés du fait de sa radioactivité, voire de son caractère fissile, l'UF_6 présente aussi un fort risque chimique. La réglementation prévoit donc des prescriptions particulières pour les colis d'UF_6. Ils doivent satisfaire aux prescriptions de la norme ISO 7195 (voir encadré page précédente), qui régit la conception, la fabrication et l'utilisation des colis. Ces colis sont de plus soumis à trois épreuves :

- une épreuve de chute libre entre 0,3 et 1,2 mètre (selon la masse du colis) sur cible indéformable ;
- une épreuve thermique, avec un feu de 800 °C durant 30 minutes ;
- une épreuve de tenue hydrostatique à 27,6 bars.

Les colis contenant de l'UF_6 enrichi, donc fissile, sont également soumis aux prescriptions présentées précédemment (voir point 2.3.3).

L'UF_6 est transporté dans des cylindres métalliques, de type 48Y ou 30C. Dans le cas de l'UF_6 enrichi, ce cylindre est transporté avec une coque de protection, qui fournit la protection nécessaire pour résister aux épreuves applicables aux colis contenant des matières fissiles. Les modèles de colis contenant de l'UF_6 doivent également obtenir un agrément de l'ASN, ou d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler.

2.3.5 Les colis de type C

Les modèles de colis de type C sont destinés à transporter des substances hautement radioactives par voie aérienne. Il n'existe en France aucun agrément pour des colis de type C à usage civil.

2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport

2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public

La radioprotection des travailleurs et du public doit être une préoccupation constante lors des transports de substances radioactives. Le public et les travailleurs non spécialisés ne doivent pas être exposés à une dose supérieure à 1 millisievert par an (mSv/an). Cependant, cette limite n'est pas destinée à constituer une autorisation d'exposer le public jusqu'à 1 mSv. Notamment, les principes de justification et d'optimisation applicables à toute activité nucléaire s'appliquent aussi au transport de substances radioactives (voir chapitre 2).

La radioprotection fait l'objet de prescriptions précises dans la réglementation applicable au transport de substances radioactives. Ainsi, pour le transport par route, la réglementation prévoit que le débit de dose à la surface du colis ne doit pas dépasser 2 mSv/h. Cette limite peut être augmentée à 10 mSv/h en « utilisation exclusive[1] », car l'expéditeur ou le destinataire peuvent alors donner des consignes pour limiter les actions à proximité du colis. Dans tous les cas, le débit de dose ne doit pas dépasser 2 mSv/h au contact du véhicule et doit être inférieur à 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule. En supposant qu'un véhicule de transport atteigne la limite de 0,1 mSv/h à 2 mètres, une personne devrait séjourner 10 heures en continu à 2 mètres du véhicule avant que la dose reçue n'atteigne la limite annuelle d'exposition du public.

Ces limites sont complétées par des exigences relatives à l'organisation de la radioprotection au sein des entreprises. En effet, les entreprises intervenant dans les opérations de transport doivent

PRÉVENTION DES RISQUES D'EXPOSITION AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

L'instruction conjointe de l'ASN et du ministère du Travail n° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants a élargi le champ d'application de la notion de « zonage », qui vise à limiter l'exposition des travailleurs et du public, aux opérations d'acheminement de substances radioactives réalisées à l'intérieur d'un établissement, de ses dépendances ou chantiers. Ainsi, les phases de chargement ou de déchargement d'un colis sur un moyen de transport, de modification de convoi, de rupture de charge ou de stationnement intermédiaire qui ont lieu dans l'emprise d'un établissement ou de ses dépendances peuvent donner lieu à la mise en place d'une zone « surveillée » ou « contrôlée », selon les caractéristiques des colis transportés.

En outre, des actions particulières sont prévues par l'arrêté du 23 octobre 2020 relatif aux mesurages réalisés dans le cadre de l'évaluation des risques et aux vérifications de l'efficacité des moyens de prévention mis en place dans le cadre de la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants. Il impose notamment que la vérification périodique des véhicules servant à l'acheminement de substances radioactives soit réalisée ou supervisée par le conseiller en radioprotection. Alors que la première vérification est réalisée avant l'utilisation d'un véhicule pour une opération d'acheminement de substances radioactives, afin de s'assurer de la propreté radiologique du véhicule, les vérifications suivantes visent à s'assurer de l'absence de contamination du véhicule. Ces vérifications sont réalisées selon une fréquence définie par l'employeur, tenant compte de la fréquence des transports et des enjeux radiologiques, ainsi qu'à l'issue de chaque opération de transport où le risque de contamination est identifié. En tout état de cause, le délai entre deux vérifications ne peut excéder trois mois.

1. *L'utilisation exclusive correspond au cas où le véhicule est utilisé par un seul expéditeur. Celui-ci peut alors donner des instructions spécifiques pour le déroulement de l'ensemble des opérations de transport.*

INSTAURATION D'UN RÉGIME D'AUTORISATION À DES FINS DE SÉCURITÉ

En application des articles L. 1333-8 et R. 1333-146 du code de la santé publique, l'ASN prévoit de réviser sa décision n° 2015-DC-0503 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français pour soumettre à autorisation les opérations de transport des sources les plus radioactives en raison des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité. Ainsi, sera soumise à autorisation l'activité de transport des sources radioactives scellées, ou lots de sources de catégorie A, B ou C, tels que définis à l'annexe 13-7 au code de la santé publique.

mettre en place un programme de protection radiologique, qui regroupe les dispositions prises pour protéger les travailleurs et le public des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Ce programme repose notamment sur une évaluation prévisionnelle des doses auxquelles sont exposés les travailleurs et le public. En fonction des résultats de cette évaluation, des actions d'optimisation doivent être mises en place pour rendre ces doses aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA[2]) : par exemple, des chariots plombés peuvent être mis à disposition des manutentionnaires pour réduire leur exposition. Cette évaluation permet également de décider de la mise en place d'une dosimétrie pour mesurer la dose reçue par les travailleurs, s'il est prévu que celle-ci risque de dépasser 1 mSv/an. Enfin, l'ensemble des acteurs du transport doit être formé aux risques liés aux rayonnements, afin de connaître la nature des risques, ainsi que la manière de s'en protéger et d'en protéger les autres.

Les travailleurs qui interviennent lors des transports de substances radioactives sont par ailleurs soumis aux dispositions du code du travail relatives à la protection contre les rayonnements ionisants.

L'ASN a publié, le 29 mars 2018, le Guide n° 29 destiné à accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a engagé une mise à jour de ce guide afin d'y prendre en compte les nouvelles dispositions du code du travail, du code de la santé et de leurs textes d'application, par exemple l'arrêté du 23 octobre 2020 (voir encadré), qui résultent de la directive 2013/59/Euratom (dite directive « BSS »). Elle continuera en 2022 ses actions de pédagogie à destination des professionnels, notamment en communiquant sur les évolutions réglementaires.

2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules

Afin que les travailleurs puissent être informés du niveau de risque présenté par chaque colis, et donc pour qu'ils puissent s'en protéger efficacement, la réglementation impose que les colis soient étiquetés. Les étiquettes sont de trois types ; elles correspondent à différents niveaux de débit de dose au contact et à 1 mètre du colis. Les travailleurs intervenant à proximité du colis ont ainsi un moyen visuel de savoir quels sont les colis engendrant les débits de dose les plus importants et peuvent limiter leur temps à proximité de ceux-ci et les éloigner le plus possible (par exemple, en les chargeant à l'arrière du véhicule).

Les colis contenant des matières fissiles doivent, en outre, porter une étiquette spécifique. En effet, pour prévenir le risque de démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne, ces colis doivent être éloignés les uns des autres. L'étiquette spécifique permet de vérifier facilement le respect de cette prescription.

Enfin, le marquage des colis doit comporter leur type, l'adresse de l'expéditeur ou du destinataire et un numéro d'identification. Cela permet d'éviter les erreurs de livraison et de pouvoir identifier les colis en cas de perte.

Les véhicules transportant des colis de substances radioactives doivent également avoir une signalisation spécifique. Comme tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses, ils portent une plaque orange à l'avant et à l'arrière. De plus, ils doivent arborer une plaque-étiquette présentant un trèfle et indiquant « Radioactive ». L'objectif de la signalisation des véhicules est de fournir de l'information aux services de secours en cas d'accident.

2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport

La réglementation définit les responsabilités des différents acteurs qui interviennent au cours de la vie d'un colis, depuis sa conception jusqu'à son transport à proprement parler. Des exigences spécifiques sont associées à ces responsabilités. Ainsi :

- le concepteur du modèle de colis doit avoir conçu et dimensionné l'emballage en fonction des conditions d'utilisation prévues et des exigences réglementaires. Pour les colis de type B ou fissiles ou contenant de l'UF_6, il doit obtenir un agrément de l'ASN (ou, dans certains cas, d'une autorité étrangère) ;
- le fabricant doit réaliser l'emballage conformément à la description qui en est faite par le concepteur ;
- l'expéditeur a la responsabilité de remettre au transporteur un colis conforme aux exigences réglementaires. Il doit en particulier s'assurer que le transport de substance est autorisé, vérifier que le colis est adapté à son contenu, utiliser un colis en bon état et agréé (si besoin), effectuer les mesures de débit de dose et de contamination et étiqueter le colis ;
- le transport peut être organisé par un commissionnaire de transport. Celui-ci est chargé, pour le compte de l'expéditeur ou du destinataire, d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différentes notifications requises par la réglementation. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport, la société de transport et l'itinéraire en fonction des exigences réglementaires ;
- le chargeur est responsable du chargement du colis dans le véhicule et de son arrimage conformément aux instructions spécifiques de l'expéditeur et aux règles de l'art ;
- le transporteur, et notamment le conducteur, a la charge du bon déroulement de l'acheminement. Il doit notamment veiller au bon état du véhicule, à la présence de l'équipement de bord (extincteurs, équipements de protection individuelle du conducteur, etc.), au respect des limites de débit de dose autour du véhicule et à l'apposition des plaques orange et plaques-étiquettes ;
- le destinataire a l'obligation de ne pas différer, sans motif impératif, l'acceptation de la marchandise et de vérifier, après le déchargement, que les prescriptions le concernant sont bien respectées. Il doit notamment effectuer des mesures de débit de dose sur le colis après réception pour détecter un éventuel problème qui aurait pu survenir au cours du transport ;
- le propriétaire des emballages doit mettre en place un système de maintenance conforme à ce qui est décrit dans le dossier de sûreté et le certificat d'agrément, afin de garantir le maintien en bon état des éléments importants pour la sûreté.

2. *Le principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable *– « au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre ») est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection.*

Tous les acteurs du transport doivent mettre en place un système de management de la qualité, qui consiste en un ensemble de dispositions permettant de garantir le respect des exigences réglementaires et d'être en mesure d'en apporter la preuve. Cela consiste, par exemple, à effectuer des doubles contrôles indépendants des opérations les plus importantes, à mettre en place des listes à remplir pour s'assurer que les opérateurs n'oublient aucune action, à garder une trace de toutes les opérations et de tous les contrôles effectués, etc. Le système de management de la qualité est un élément fondamental pour assurer la fiabilité des opérations de transport.

De plus, la réglementation prévoit que tous les opérateurs intervenant dans le transport reçoivent une formation adaptée à leurs fonctions et responsabilités. Cette formation doit notamment porter sur les mesures à prendre en cas d'accident.

Les entreprises qui acheminent, chargent, déchargent ou manutentionnent (après leur chargement et avant leur déchargement) des colis de substances radioactives sur le territoire français doivent déclarer ces activités de transport sur le portail de télé-services[3] de l'ASN avant de les mettre en œuvre. Ce téléservice est également disponible en langue anglaise depuis mi-2019.

Les transports de certaines substances radioactives (notamment les substances fissiles) font l'objet d'une notification préalable adressée par l'expéditeur à l'ASN et au ministère de l'Intérieur sept jours avant le départ. Cette notification indique les matières transportées, les emballages utilisés, les conditions d'exécution du transport et les coordonnées de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire. Elle permet aux pouvoirs publics de disposer rapidement des informations utiles en cas d'accident.

En 2021, 1418 notifications ont été adressées à l'ASN.

2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence

La gestion des situations d'urgence est le dernier niveau de la défense en profondeur. En cas d'accident impliquant un transport, elle doit permettre d'en limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

Un accident de transport pouvant avoir lieu n'importe où sur le territoire, il est vraisemblable que les premiers services de secours arrivant sur les lieux n'aient pas de formation spécifique au risque radiologique et que la population à proximité ne soit pas sensibilisée à ce risque. Il est donc particulièrement important que l'organisation de crise au niveau national soit suffisamment robuste pour tenir compte de ces éléments.

À ce titre, la réglementation prévoit des obligations pour les différents intervenants dans le domaine du transport. Ainsi, tous les intervenants doivent alerter immédiatement les services de secours en cas d'accident. Cela vaut notamment pour le transporteur, qui sera *a priori* le premier informé. Il doit également transmettre l'alerte à l'expéditeur. De plus, l'équipage du véhicule doit avoir à sa disposition dans la cabine des consignes écrites, indiquant notamment les premières actions à effectuer en cas d'accident (par exemple : activer le coupe-circuit, si le véhicule en est équipé, pour éviter le démarrage d'un incendie). Une fois l'alerte donnée, les intervenants doivent se mettre à la disposition des pouvoirs publics pour aider aux actions de secours, notamment en leur fournissant toutes les informations pertinentes. Cela concerne en particulier le transporteur et l'expéditeur, dont la connaissance du colis et de son contenu est précieuse pour déployer les mesures adaptées. Pour remplir ces obligations réglementaires, l'ASN recommande que les intervenants mettent en place des plans d'urgence afin de définir à l'avance une organisation et des outils qui leur permettront de réagir efficacement en cas de situation d'urgence réelle.

Il pourrait arriver que le conducteur soit dans l'incapacité de donner l'alerte, s'il est blessé ou tué lors de l'accident. Dans ce cas, la détection de la nature radioactive du chargement reposerait entièrement sur les premiers services de secours. Les plaques orange et les plaques-étiquettes ornées d'un trèfle, présentes sur les véhicules, permettent ainsi de signaler la présence de marchandises dangereuses : les services de secours ont alors la consigne de faire évacuer de façon réflexe une zone autour du véhicule, le plus souvent d'un rayon de 100 mètres, et d'indiquer le caractère radioactif du chargement à la préfecture, qui alertera l'ASN.

La gestion de l'accident est pilotée par le préfet, qui commande les opérations de secours. En attendant que les experts nationaux soient en mesure de lui apporter des conseils, le préfet s'appuie sur le plan d'urgence mis en place pour faire face à ces situations. Une fois son centre d'urgence national gréé, l'ASN est en mesure d'offrir son concours au préfet, en lui apportant des conseils techniques sur les actions plus spécifiques à mettre en place. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) appuie l'ASN dans cette mission, en évaluant l'état du colis accidenté et en prévoyant l'évolution de la situation. De plus, la division territoriale de l'ASN dépêche un agent auprès du préfet afin de faciliter la liaison avec le centre national d'urgence.

En parallèle, des moyens humains et matériels seraient envoyés dès que possible sur le lieu de l'accident (appareils de mesure de la radioactivité, moyens médicaux, moyens de reprise des colis, etc.). Les équipes de pompiers spécialisées dans le risque radioactif (les cellules mobiles d'intervention radiologique – CMIR) seraient mises à contribution, ainsi que les cellules mobiles de l'IRSN, voire celles de certains exploitants nucléaires (comme le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, ou EDF), qui pourraient être réquisitionnées par le préfet en cas de besoin, même si le transport impliqué ne concernait pas ces exploitants.

Comme pour les autres types de situations d'urgence, la communication est un enjeu important en cas d'accident de transport pour informer les populations de la situation et transmettre des consignes sur la conduite à tenir.

Afin de préparer les pouvoirs publics à l'éventualité d'un accident impliquant un transport de substances radioactives, des exercices sont organisés et permettent de tester l'ensemble de l'organisation qui serait mise en place.

L'ASN continuera en 2022 à œuvrer pour une bonne préparation des pouvoirs publics aux situations d'urgence impliquant un transport, notamment en promouvant la réalisation d'exercices de crise locaux et en diffusant des recommandations sur les actions à mener en cas d'accident.

Enfin, l'ASN a prévu de mettre à jour le guide relatif à la réalisation des études de danger exigées pour les installations ou infrastructures de transport (gares de triage, ports, etc.) pouvant accueillir des marchandises dangereuses. L'objectif de ce guide est que les risques liés aux substances radioactives soient convenablement évalués pour permettre aux exploitants de définir, le cas échéant, des dispositions pertinentes pour les diminuer, sous le contrôle du préfet.

3. *teleservices.asn.fr*

Recommandations de l'ASN en cas d'accident de transport

La réponse des pouvoirs publics en cas d'accident de transport se déroule en trois phases :

- les services de secours arrivent sur les lieux et effectuent des actions de façon « réflexe » pour limiter les conséquences de l'accident et protéger la population. Le caractère radioactif des substances en jeu est découvert durant cette phase ;
- l'entité coordonnant l'action des secours confirme qu'il s'agit de substances radioactives, alerte l'ASN et l'IRSN et donne des consignes plus spécifiques aux intervenants en attendant le gréement des centres de crise nationaux ;
- une fois les centres de crise de l'ASN et de l'IRSN gréés, une analyse plus poussée de la situation est menée afin de conseiller le directeur des opérations de secours.

Durant les deux premières phases, les services de secours doivent gérer la situation sans l'appui des experts nationaux. L'ASN a donc élaboré en 2017, avec le concours de l'IRSN et de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire, un document destiné à guider l'action des services de secours. Il contient des informations générales sur la radioactivité, des conseils généraux aux services de secours pour intervenir en tenant compte des spécificités des transports de substances radioactives et des fiches organisées par type de substance, qui visent à fournir des informations et des conseils plus détaillés au coordinateur des actions de secours durant la phase 2.

2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

Des opérations de transport dites « opérations de transport interne » de marchandises dangereuses peuvent être réalisées sur les voies privées de sites nucléaires. Ces opérations ne sont alors pas soumises à la réglementation relative aux transports de marchandises dangereuses, qui ne s'applique que sur la voie publique. Pourtant, ces opérations présentent les mêmes risques et inconvénients que les transports de matières dangereuses sur la voie publique. Aussi, la sûreté de ces opérations doit être encadrée avec la même rigueur que tout autre risque ou inconvénient présent dans le périmètre des INB.

C'est pourquoi les opérations de transport interne de marchandises dangereuses sont soumises aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB. Cet arrêté prévoit que les opérations de transport interne soient intégrées au référentiel de sûreté des INB.

Le code de l'environnement, complété par la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017, définit les opérations de transport interne qui doivent faire l'objet de demandes d'autorisation à l'ASN. Par ailleurs, l'ASN a publié en 2017 le Guide n° 34, qui comporte des recommandations destinées aux exploitants pour la mise en œuvre des exigences réglementaires relatives aux opérations de transport interne.

Enfin, l'ASN a étendu en 2020 les fonctionnalités de télédéclaration et de télétransmission des demandes d'autorisation de modification notable aux transports internes prévues aux articles R. 593-59 et R. 593-56 du code de l'environnement.

3 // Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection

En France, l'ASN est chargée depuis 1997 du contrôle de la sûreté et de la radioprotection du transport de substances radioactives pour les usages civils ; l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure ce rôle pour les transports liés à la défense nationale. Dans son domaine de compétence, l'ASN contrôle, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, toutes les étapes de la vie d'un colis : conception, fabrication, maintenance, expédition, transport à proprement parler, réception, etc.

3.2 La protection contre les actes de malveillance

La lutte contre la malveillance consiste à prévenir les actes de sabotage, les pertes, disparitions, vols et détournements des matières nucléaires (au sens de l'article R*. 1411-11-19 du code de la défense), qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) placé auprès du ministre chargé de l'énergie représente réglementairement l'autorité responsable de la lutte contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires.

Dans le domaine de la sécurité des transports, l'échelon opérationnel des transports (EOT) de l'IRSN est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes les concernant. Cette mission de sécurité est définie par l'arrêté du 18 août 2010 relatif à la protection et au contrôle des matières nucléaires en cours de transport. Ainsi, avant transport, le code de la défense impose aux transporteurs d'obtenir un accord d'exécution. L'EOT instruit les dossiers de demande correspondants. Cette instruction consiste à vérifier la conformité des dispositions prévues par rapport aux exigences définies par le code de la défense et l'arrêté du 18 août 2010 précité.

L'ASN a engagé le processus de mise à jour de sa décision n° 2015-DC-0503 du 12 mars 2015 relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette mise à jour vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources les plus radioactives au vu des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité.

En 2019, l'ASN a mené une consultation publique sur les orientations qu'elle s'apprêtait à retenir pour cette mise à jour. L'ASN achèvera cette mise à jour en veillant notamment à l'interface entre les dispositions issues de la nouvelle réglementation relative à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance (arrêté du 29 novembre 2019 modifié) et de la réglementation transport.

3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

La réglementation du transport de marchandises dangereuses relève de la Mission du transport des matières dangereuses (MTMD) du ministère chargé de l'environnement. Cette structure est chargée des actions relatives à la sécurité du transport de marchandises dangereuses hors classe 7 (radioactive) par voie routière, ferroviaire et de navigation intérieure. Elle dispose d'un organisme de concertation (sous-commission permanente chargée

du transport des marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques), appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relative au transport de marchandises dangereuses par voies ferroviaire, routière et de navigation intérieure. Les contrôles sur le terrain sont assurés par les contrôleurs des transports terrestres, rattachés aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Afin que le contrôle des marchandises dangereuses soit aussi cohérent que possible, l'ASN collabore régulièrement avec les administrations concernées.

L'ASN intervient ainsi régulièrement, dans le cadre de la formation des inspecteurs de la direction générale de l'aviation civile (DGAC) en charge du contrôle du transport aérien de marchandises dangereuses, afin de leur présenter les spécificités de la classe 7, ainsi que le retour d'expérience des inspections de l'ASN sur ces thèmes.

La répartition des différentes missions de contrôle est synthétisée dans le tableau 3.

4 // L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition

Les colis de types B et C, ainsi que les colis contenant des matières fissiles et ceux qui contiennent plus de 0,1 kilogramme d'UF_6, doivent disposer d'un agrément de l'ASN pour pouvoir être transportés. Les concepteurs des modèles de colis qui font une demande d'agrément auprès de l'ASN doivent fournir, à l'appui de leur demande, un dossier de sûreté permettant de démontrer la conformité du colis à l'ensemble des prescriptions réglementaires. Avant de prendre la décision de délivrer ou non un agrément, l'ASN instruit ce dossier, en s'appuyant sur l'expertise de l'IRSN, pour vérifier que les démonstrations sont pertinentes et probantes. Le cas échéant, la délivrance de l'agrément est accompagnée de demandes afin que la démonstration de sûreté soit améliorée.

Dans certains cas, l'expertise de l'IRSN est complétée par une réunion du Groupe permanent d'experts pour les transports (GPT). Les avis des groupes permanents d'experts sont systématiquement publiés sur *asn.fr*. Le certificat d'agrément précise les conditions de fabrication, d'utilisation et de maintenance du colis de transport. Il est délivré pour un modèle de colis, indépendamment de l'opération de transport à proprement parler, pour laquelle aucun avis préalable n'est en général requis de l'ASN. Cette opération peut cependant être soumise à des contrôles au titre de la sécurité (protection physique des matières contre la malveillance sous le contrôle du HFDS du ministère chargé de l'environnement).

Les agréments sont délivrés en général pour une période de cinq ans. Dans le cas où un colis ne peut pas satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires, la réglementation prévoit néanmoins la possibilité de réaliser son transport en effectuant une expédition sous arrangement spécial. L'expéditeur doit alors définir des mesures compensatoires permettant d'atteindre un niveau de sûreté équivalant à celui qui aurait été obtenu si les prescriptions réglementaires avaient été satisfaites. Par exemple, s'il n'est pas complètement démontré qu'un colis résiste à la chute de 9 mètres, une mesure compensatoire peut être de réduire la vitesse du véhicule, de le faire escorter et de choisir un itinéraire évitant une telle hauteur de chute. La probabilité d'un accident sévère, et donc d'un choc violent sur le colis, est ainsi fortement diminuée. Une expédition sous arrangement spécial ne peut se faire qu'avec l'accord de l'autorité compétente, qui émet alors une approbation d'expédition sous arrangement spécial stipulant les mesures compensatoires à appliquer.

Dans le cas de certificats émis à l'étranger, la réglementation internationale prévoit leur reconnaissance par l'ASN. Dans certains cas, cette reconnaissance est automatique et le certificat étranger est directement valable en France. Dans d'autres cas, le certificat étranger n'est valable que s'il est validé par l'ASN, qui délivre alors un nouveau certificat.

En 2021, 42 demandes d'agrément ont été déposées par des industriels auprès de l'ASN.

L'ASN a délivré 42 certificats d'agrément ou d'approbation d'expédition, dont la répartition selon le type est présentée dans le graphique 2. La nature des transports et colis concernés par ces certificats est présentée dans le graphique 3.

La société Robatel Industries a engagé en 2019 le développement d'un nouvel emballage, dénommé R85, conçu pour le transport de guides de grappes irradiés et contaminés de centrales nucléaires françaises, par voie routière ou ferroviaire. Avant son envoi, le colis peut être entreposé chargé plusieurs années. L'ASN s'est prononcée favorablement mi-2020 sur les options de sûreté de ce nouveau modèle de colis, au vu des nouvelles dispositions de l'édition 2018 du règlement SSR-6 de l'AIEA. Le GPT examinera en 2022 la sûreté du nouveau modèle de colis.

4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis

L'ASN réalise des inspections à toutes les étapes de la vie d'un colis : de la fabrication et la maintenance d'un emballage à la préparation des colis, leur acheminement et leur réception.

En 2021, l'ASN a réalisé 108 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives (tous secteurs confondus). Les lettres de suite de ces inspections sont disponibles sur *asn.fr*.

4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages

La fabrication des emballages de transport est une activité soumise à la réglementation applicable aux transports de substances radioactives. Le fabricant est responsable de la production d'emballages conformes aux spécifications du dossier de sûreté, qui démontre la conformité réglementaire du modèle de colis correspondant. Pour cela, il doit mettre en place un système de management de la qualité, couvrant toutes les opérations depuis l'approvisionnement des pièces et matières premières jusqu'aux contrôles finaux. De plus, le fabricant doit être en mesure de démontrer à l'ASN qu'il respecte les dispositions réglementaires et, en particulier, que les emballages fabriqués sont conformes aux spécifications du dossier de sûreté.

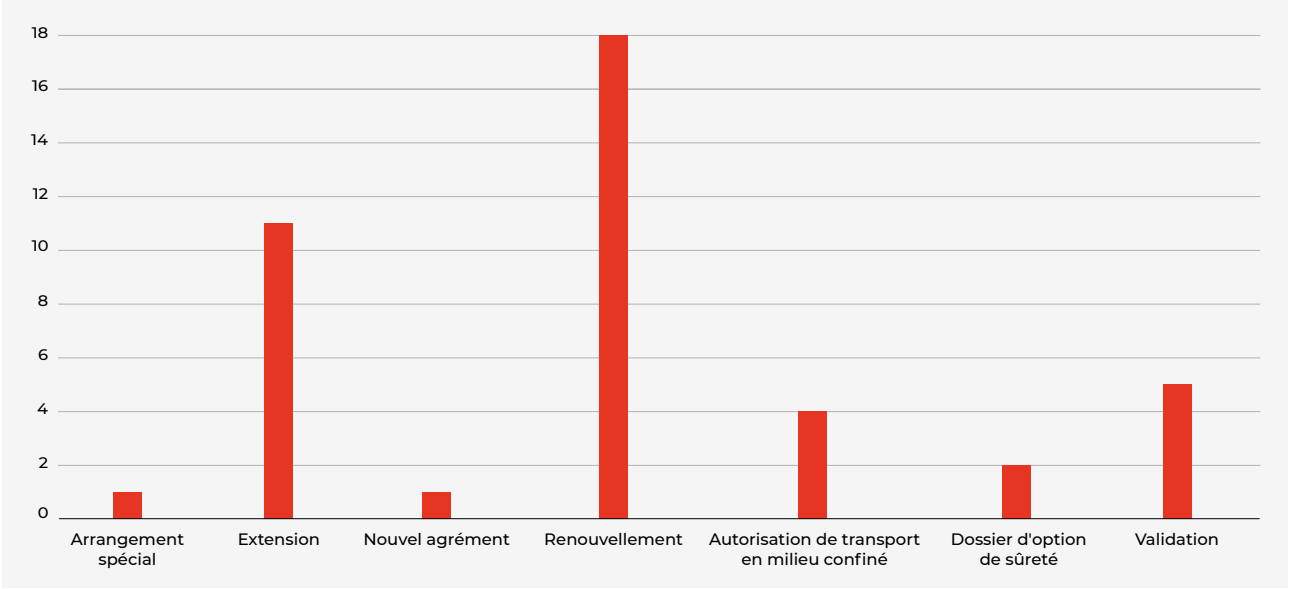
Les contrôles effectués par l'ASN dans ce domaine visent à s'assurer que le fabricant remplit ses responsabilités de façon satisfaisante.

En 2021, l'ASN a mené trois inspections des opérations de fabrication de divers emballages disposant d'un agrément de l'ASN, à différentes étapes du processus : soudage, assemblage final, contrôles de fin de fabrication, montage des aménagements internes (servant à caler le contenu), etc.

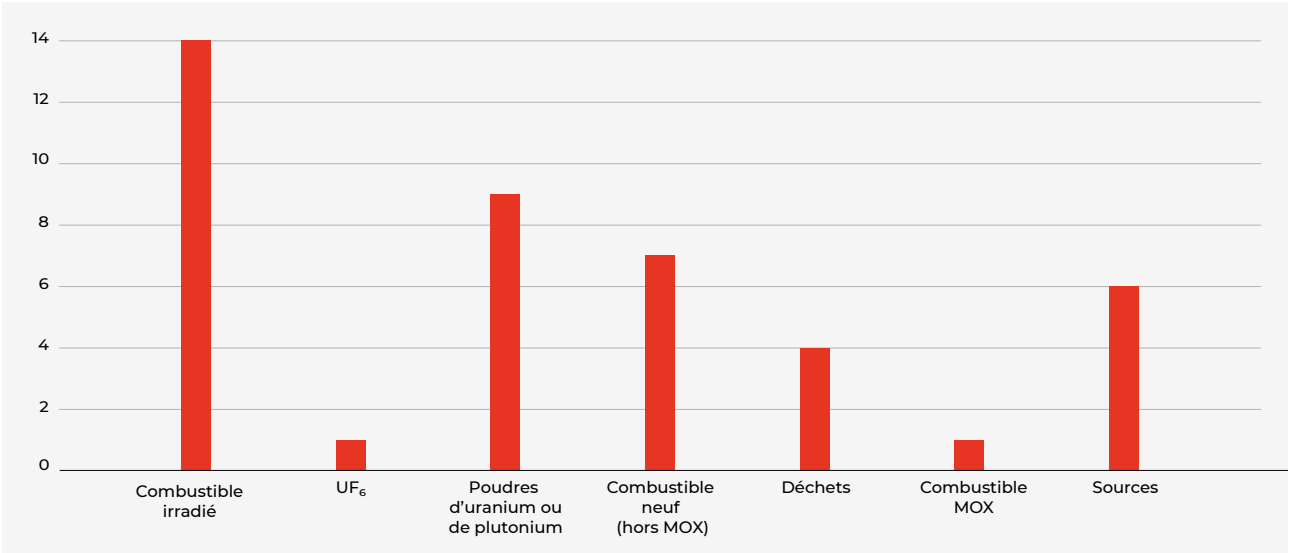
TABLEAU 3 **Administrations chargées du contrôle du mode de transport et des colis**

MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DU MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DES COLIS
Voie maritime	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) du ministère chargé de l'environnement. La DGITM est en particulier chargée du contrôle du respect des prescriptions s'appliquant aux navires contenues dans le *Recueil international de règles de sécurité pour le transport de combustibles nucléaires irradiés, de plutonium et de déchets hautement radioactifs en colis à bord des navires* (recueil INF – *Irradiated Nuclear Fuel*).	La DGITM est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voies routières, ferrées et navigables	Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) du ministère chargé de l'environnement.	La Direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée du contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voie aérienne	Direction générale de l'aviation civile (DGAC) du ministère chargé de l'environnement.	La DGAC est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.

GRAPHIQUE 2 **Répartition du nombre des agréments émis en 2021, en fonction de leur type**



GRAPHIQUE 3 **Répartition du nombre des agréments émis en 2021, en fonction du contenu transporté**



Au cours de ces inspections, l'ASN examine les procédures de gestion de la qualité mises en place pour fabriquer un emballage à partir des données de conception, et contrôle leur mise en œuvre effective. Elle s'assure de la traçabilité des contrôles et des écarts éventuels lors de la fabrication. Elle se rend également dans les ateliers de fabrication, afin de vérifier les conditions d'entreposage des composants de l'emballage, l'étalonnage des appareils de contrôle et le respect des procédures techniques aux différentes étapes de la fabrication (soudage, assemblage, etc.).

L'ASN contrôle le suivi de la fabrication du colis par le maître d'ouvrage et peut intervenir directement sur les sites de ses éventuels sous-traitants, qui se trouvent parfois dans des pays étrangers.

L'ASN peut également contrôler la fabrication des spécimens servant aux épreuves réglementaires de chute et aux essais de feu. Les objectifs sont les mêmes que pour le modèle de série, car les spécimens doivent être représentatifs et respecter les exigences maximales données par le dossier de fabrication de la maquette, qui fixeront les caractéristiques minimales des emballages réels à fabriquer.

L'ASN a prévu de poursuivre en 2022 des inspections par sondage de la fabrication d'emballages de transport. En effet, les irrégularités détectées en 2016 au sein de l'usine Framatome Le Creusot, qui ont notamment concerné certains emballages de transport, ont confirmé l'importance de contrôler les opérations de fabrication et de maintenance d'emballages.

4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages

L'expéditeur ou l'utilisateur d'un emballage chargé de substances radioactives doit pouvoir prouver à l'ASN que cet emballage est inspecté périodiquement et, le cas échéant, réparé et maintenu en bon état, de sorte qu'il continue à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes de son dossier de sûreté et de son certificat d'agrément, même après un usage répété. Pour les emballages agréés, les inspections réalisées par l'ASN concernent, par exemple, les activités de maintenance suivantes :

- les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, soudures, joints, etc.) ;
- les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention ;
- la définition de la fréquence de remplacement des composants de l'emballage, qui doit prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement, etc.

4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément

Pour les colis non soumis à un agrément de l'ASN, l'expéditeur doit être en mesure de fournir, sur demande de l'ASN, les documents prouvant que le modèle de colis est conforme à la réglementation applicable. En particulier, pour chaque colis, un dossier démontrant que le modèle respecte les exigences réglementaires, notamment qu'il résiste aux épreuves requises, et une attestation délivrée par le fabricant indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doivent être tenus à disposition de l'ASN.

Les différentes inspections réalisées ces dernières années confirment des progrès dans le respect de cette exigence et dans la prise en compte des recommandations de l'ASN formulées dans son guide relatif aux colis non soumis à agrément (Guide n° 7, tome 3).

Ce guide, actualisé en 2016, propose une structure et un contenu minimal des dossiers de sûreté démontrant la conformité des colis non soumis à agrément à l'ensemble des prescriptions applicables, ainsi que le contenu minimal d'une attestation de conformité à la réglementation d'un modèle de colis.

L'ASN a ainsi noté des améliorations dans le contenu du certificat de conformité et du dossier de sûreté élaborés par les intervenants concernés, notamment pour les modèles de colis industriels. La représentativité des essais réalisés et la démonstration de sûreté associée restent des points d'attention lors des inspections de l'ASN, notamment pour les colis de type A.

Par ailleurs, l'ASN relève encore, chez certains intervenants (concepteurs, fabricants, distributeurs, propriétaires, expéditeurs, entreprises réalisant les essais de chute réglementaires, la maintenance des emballages, etc.), des insuffisances dans les éléments visant à démontrer la conformité des colis à la réglementation. Les axes d'amélioration portent notamment sur les points suivants :

- la description des contenus autorisés par type d'emballage ;
- la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport ;
- le respect des prescriptions réglementaires en matière de radioprotection, notamment la démonstration, dès la conception, de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose avec le contenu maximal autorisé.

4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis

Les inspections de l'ASN portent sur l'ensemble des exigences réglementaires incombant à chacun des acteurs du transport, à savoir le respect des exigences du certificat d'agrément ou de l'attestation de conformité, la formation des intervenants, la mise en œuvre d'un programme de protection radiologique, le bon arrimage des colis, les mesures de débit de dose et de contamination, la conformité documentaire, la mise en œuvre d'un programme d'assurance de la qualité, etc.

S'agissant plus particulièrement des transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le programme d'assurance de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place et la radioprotection des travailleurs.

La connaissance de la réglementation applicable au transport de substances radioactives semble notamment imparfaite dans le secteur médical, où les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis sont à renforcer. Leur système de management de la qualité reste encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués pour la réception et l'expédition des colis.

Plus généralement, dans les activités de transport du nucléaire de proximité, les programmes de protection radiologique et les protocoles de sécurité ne sont encore pas systématiquement élaborés. L'ASN a également constaté que les contrôles menés avant l'expédition sur les véhicules et les colis doivent encore être améliorés. Les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Dans le secteur des INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent améliorer la démonstration du fait que le contenu chargé dans l'emballage est effectivement conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants, y compris si cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce. Dans ce dernier cas, l'expéditeur doit alors, au titre de ses responsabilités, vérifier que cette démonstration est appropriée et surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité.

Comme de plus en plus d'exploitants d'INB font appel à des prestataires pour la préparation et l'expédition des colis de substances radioactives, l'ASN porte une attention particulière à l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de ces prestataires.

Enfin, en ce qui concerne les transports internes au sein des centrales nucléaires, l'ASN estime que l'exploitant doit rester vigilant sur l'application des règles d'arrimage des colis.

4.2.5 Le contrôle de la préparation à la gestion des situations d'urgence

Afin de renforcer la préparation des intervenants du transport (principalement les expéditeurs et les transporteurs) à la gestion des situations d'urgence, l'ASN a publié en décembre 2014 le Guide n° 17 relatif au contenu des plans de gestion des accidents et incidents de transport de substances radioactives. Ce guide recommande l'élaboration de plans afin de se préparer à la gestion des situations d'urgence et indique quel devrait être le contenu minimum de ces plans.

4.2.6 L'analyse des événements relatifs au transport

La sûreté du transport de substances radioactives repose notamment sur l'existence d'un système fiable de détection et de traitement des anomalies, des écarts ou, plus généralement, des événements anormaux pouvant survenir. Ainsi, une fois détectés, ces événements doivent être analysés afin :

- de prévenir le renouvellement d'événements identiques ou similaires par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives appropriées ;
- d'éviter qu'une situation aggravée puisse se produire, en analysant les conséquences potentielles d'événements pouvant être précurseurs d'événements plus graves ;
- d'identifier les bonnes pratiques à promouvoir afin d'améliorer la sûreté des transports.

La réglementation prévoit de plus que les événements les plus importants soient télédéclarés auprès de l'ASN, afin qu'elle puisse s'assurer du bon fonctionnement du système de détection, de la démarche d'analyse et de la prise en compte du retour d'expérience. Cela permet également à l'ASN de disposer d'une vision d'ensemble des événements afin de favoriser le partage du retour d'expérience entre les différents acteurs – y compris au niveau international – et d'alimenter ses réflexions sur les potentielles évolutions des dispositions encadrant le transport de substances radioactives (voir encadré page 283).

Comme demandé dans l'article 7 de l'arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, tout événement significatif concernant le transport de substances radioactives, que ses conséquences soient réelles ou potentielles, doit faire l'objet d'une déclaration à l'ASN sous quatre jours ouvrés, selon les modalités de son Guide n° 31 relatif à la déclaration des événements. Ce guide, entièrement refondu en 2017, est consultable sur *asn.fr*. Après la déclaration, un compte-rendu détaillé de l'événement doit être adressé sous deux mois à l'ASN.

Événements déclarés en 2021

En 2021, dans le domaine du transport de substances radioactives, 80 événements classés au niveau 0 de l'échelle internationale des événements nucléaires (*International Nuclear and Radiological Event Scale* – INES) et quatre événements de niveau 1 ont été déclarés à l'ASN. Par rapport à 2020, on observe une légère augmentation du nombre d'événements de niveau 0 alors que celui des événements de niveau 1 reste stable. Le graphique 4 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés depuis 2004.

En complément, l'ASN a reçu la déclaration de 52 événements intéressants pour la sûreté des transports (EIT), chiffre en forte augmentation par rapport aux précédentes années. Du fait de leur absence de conséquences réelles ou potentielles, ces événements ne sont pas classés sur l'échelle INES. Leur déclaration auprès de l'ASN ne constitue pas une obligation, mais cette dernière encourage son information périodique afin d'avoir une vision globale des EIT et détecter potentiellement une récurrence ou des tendances qui pourraient être révélatrices d'un problème.

INSPECTION SUR LE THÈME DE LA CRITICITÉ

Une inspection a eu lieu le 8 juin 2021 à la centrale nucléaire de Cattenom. Elle avait pour thème le maintien de la sous-criticité lors de l'utilisation du colis TN 13/2 lors de transports sur la voie publique et avait pour objectif de vérifier par sondage le respect des exigences réglementaires portant sur le transport de substances radioactives. Le modèle de colis TN 13/2 est destiné à transporter des assemblages combustibles irradiés à base d'oxyde d'uranium. Il bénéficie notamment d'un agrément, délivré par l'ASN, en tant que colis de type B(M) pour le transport de matière fissile.

Les inspecteurs ont plus particulièrement examiné les dossiers de fabrication d'un emballage expédié par la centrale et de ses aménagements internes. Ils se sont ensuite intéressés aux opérations de maintenance réalisées sur cet emballage, puis aux opérations de chargement des assemblages combustibles dans l'emballage, afin notamment de vérifier la réalisation des opérations de drainage et de séchage de la cavité de l'emballage. Les inspecteurs ont pu échanger au cours de l'inspection, sur site et en audioconférence pour certains acteurs, avec des représentants d'*Orano Nuclear Packages and Services* (Orano NPS), concepteur et fabricant du modèle de colis TN 13/2, des représentants de l'expéditeur du colis – la centrale nucléaire de Cattenom –, ainsi que des représentants des services centraux support d'EDF.

La réglementation du transport dispose notamment que l'expéditeur remet au transporteur un envoi conforme aux prescriptions réglementaires et qu'il n'utilise que des emballages agréés, aptes au transport et portant les marques réglementaires. Dans le cas où l'expéditeur fait appel aux services d'autres intervenants (chargeurs, emballeurs), il doit prendre des mesures appropriées pour qu'il soit garanti que l'envoi répond aux prescriptions de la réglementation du transport. Ainsi, l'inspection a été réalisée sur le site d'expédition du colis.

Les inspecteurs de l'ASN étaient accompagnés de deux experts du bureau chargé des études de criticité de l'IRSN, ainsi que d'un expert du bureau chargé des transports de l'IRSN.

Il ressort de l'inspection que l'opération d'acheminement contrôlée, qui présentait des enjeux de sûreté significatifs en matière de maintien de la sous-criticité, a globalement été réalisée conformément au dossier de sûreté établi pour le modèle de colis TN 13/2, sur la base duquel l'ASN a délivré l'agrément de conformité à la réglementation internationale du transport. Toutefois, les inspecteurs estiment que EDF et son sous-traitant Orano NPS doivent s'assurer, lors des opérations de maintenance, que l'emballage respecte toujours le modèle de colis auquel il se réfère, notamment pour ce qui concerne les paramètres importants de la démonstration du maintien de la sous-criticité lors des convoyages, qui portent en particulier sur les dimensions et la nature des matériaux.

INSPECTION D'UN TRANSPORT FERROVIAIRE

Des inspecteurs de l'ASN ont contrôlé, le 27 octobre 2021, les opérations d'acheminement d'un wagon de combustible usé dans la gare de Woippy (57). À son arrivée en gare, ce wagon a été détaché du locotracteur et intégré à un nouveau convoi avant de repartir. Des mesures de débit de dose au contact et à deux mètres du wagon, ainsi que des mesures de contamination radiologique ont été réalisées par l'IRSN.

Au cours de cet examen, les experts de l'IRSN n'ont relevé aucune contamination radiologique du wagon. Les débits d'équivalent de dose étaient inférieurs aux seuils réglementaires.

Le placardage du wagon, qui porte notamment les informations nécessaires à l'identification des marchandises dangereuses concernées, était conforme à la réglementation. Le conseiller à la sécurité du transport (CST) et l'expert des transports de marchandises dangereuses de Fret SNCF présents lors de l'inspection disposaient des certificats de formation requis.
Les inspecteurs ont également contrôlé les formations des deux conducteurs qui se sont relayés à la gare, ainsi que de l'agent au sol qui a reformé le convoi.
Les inspecteurs ont constaté que le suivi des formations requises par le RID n'était pas opérationnel et que ces agents ne disposaient pas de formation à jour, y compris sur la radioprotection. Les inspecteurs considèrent que, bien que la sûreté des opérations de transport de marchandises dangereuses de classe 7 soit globalement satisfaisante, plusieurs améliorations du système de management de la qualité doivent être apportées par le transporteur Fret SNCF.

Pour la première fois, en 2020, deux événements de transport interne (voir point 2.6) classés au niveau 0 de l'échelle INES, avaient été déclarés. Ce chiffre est porté à trois en 2021.

L'augmentation des déclarations des événements intéressants le transport (EIT) et des événements significatifs de transport interne (EST) témoigne d'une amélioration de la culture de sûreté et de la déclaration auprès de l'ASN.

Domaines d'activité concernés par ces événements
La majorité des événements significatifs déclarés concerne l'industrie nucléaire. Seuls un peu plus de 10 % représentent les transports liés aux activités de l'industrie non nucléaire. Par rapport à 2020, le nombre d'événements de transport impliquant des produits pharmaceutiques a considérablement diminué, pour ne représenter qu'à peine 7 % des événements significatifs (contre 21 % en 2020). Quant aux événements classés de niveau 1 sur l'échelle INES, ils concernaient la perte d'une source, au cours d'un trajet pour rentrer au bureau, par un diagnostiqueur immobilier, le non-respect d'un certificat d'agrément de transport d'un colis, la mauvaise conception d'un bouchon d'évent ainsi que la sous-estimation de la quantité de substances radioactives d'une citerne.

Le graphique 5 présente la répartition des événements significatifs déclarés par critère de déclaration et le graphique 6 présente leur répartition en fonction du contenu et du mode de transport.

Causes des événements
Parmi les causes récurrentes des EST déclarés en 2021, un peu moins nombreuses au regard des années précédentes, on peut citer :

- la présence de points de contamination surfacique dépassant les limites réglementaires, détectés sur des moyens de transport ayant servi à transporter des colis de combustible usé ou sur des emballages ou des conteneurs. L'impact de ces événements sur la radioprotection est faible pour le public car les points de contamination détectés leur étaient inaccessibles ;
- des non-conformités affectant le colis : elles concernent principalement des détériorations de conteneurs (percement ou déformation structurelle) ou des défauts d'étiquetage (erreur ou oubli). Ces événements n'ont pas entraîné de conséquences réelles sur la sûreté ou la radioprotection ;
- des défauts de calage ou d'arrimage de matériels et d'outils, contaminés ou non, transportés dans des conteneurs.

Les EIT déclarés à l'ASN sont principalement des écarts liés au mauvais étiquetage des colis ou des déformations non structurelles de conteneurs.

Quant aux événements significatifs en transport interne, ils concernent le non-respect d'une autorisation de transport de colis et la détection d'une contamination sur le porteur d'un système de transport.

4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives

4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique

L'ASN représente la France au sein du comité des normes de sûreté concernant le transport (*Transport Safety Standards Committee* – TRANSSC) de l'AIEA, qui regroupe des experts de tous les pays et examine les normes de sûreté de l'AIEA qui sont à la source des réglementations relatives aux transports de substances radioactives. Dans un souci d'amélioration continue du niveau de sûreté, l'ASN a notamment participé activement à l'élaboration de l'édition 2018 de ce document, SSR-6, dont une traduction française est disponible depuis mi-2019. La publication du guide AIEA d'application du règlement de transport des matières radioactives (SSG-26) est attendue pour 2022.

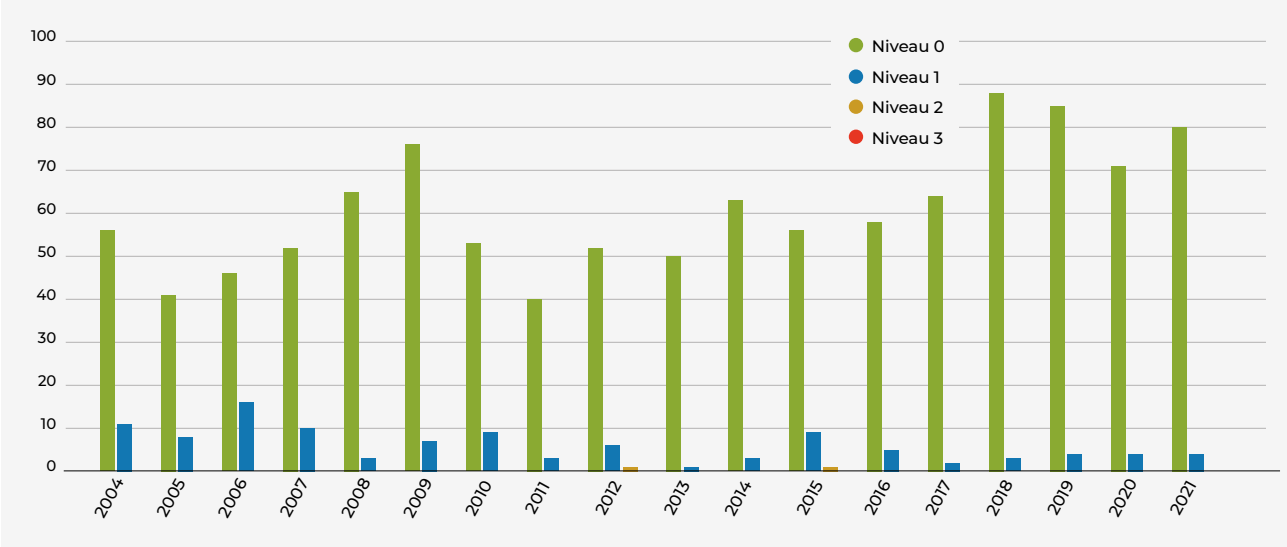
4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

L'ASN participe à l'élaboration de la réglementation française relative aux transports de substances radioactives. Cette réglementation est principalement composée de l'arrêté du 29 mai 2009, et des arrêtés du 23 novembre 1987 relatif à la sécurité des navires et du 18 juillet 2000 relatif au transport et à la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes. À ce titre, l'ASN siège au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques, qui est appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relatif au transport de marchandises dangereuses par voies ferrée, routière et navigation intérieure. L'ASN est également consultée par le ministère chargé des transports lorsqu'une modification des trois arrêtés cités ci-dessus peut avoir un impact sur les transports de substances radioactives.

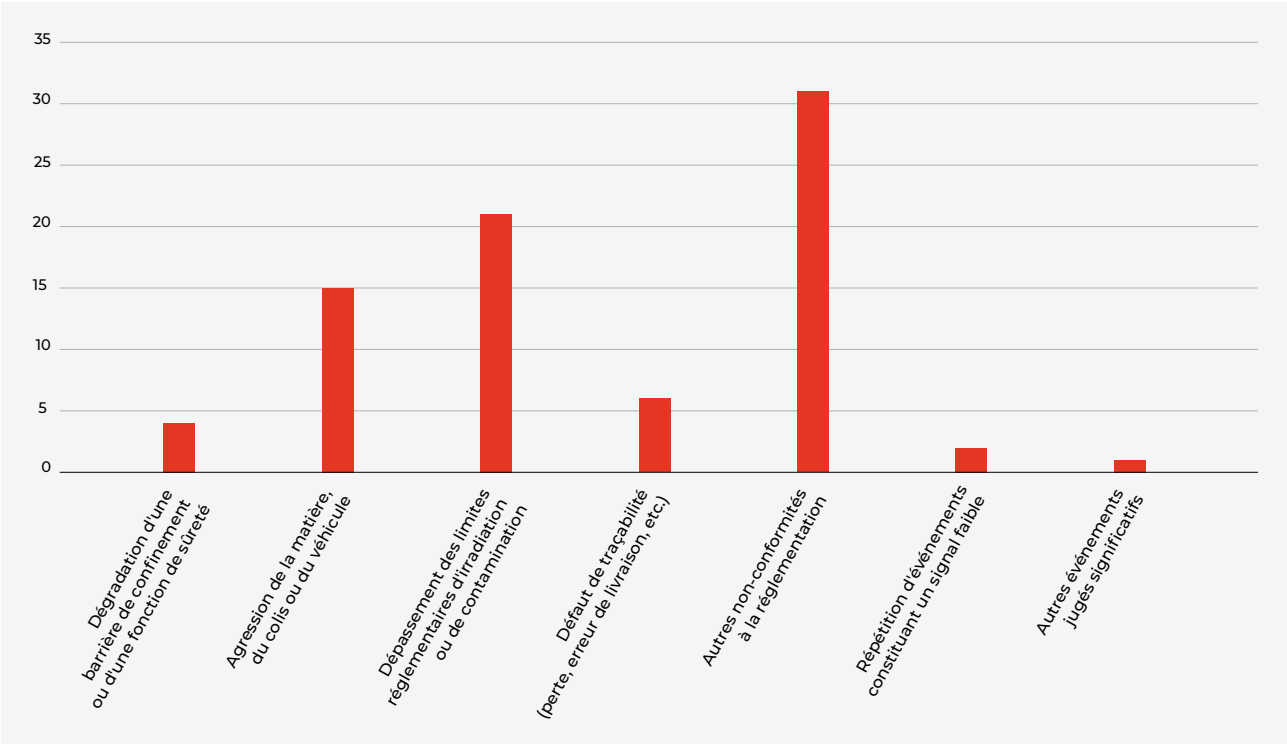
4.4 Contribuer à l'information du public

L'ordonnance n° 2012-6 du 5 janvier 2012 modifiant les livres Ier et V du code de l'environnement étend les obligations d'information du public aux responsables d'activité nucléaire. C'est l'article L. 125-10 du code de l'environnement qui fixe le seuil à partir duquel le responsable du transport doit communiquer

GRAPHIQUE 4 **Évolution du nombre d'événements significatifs de transport de substances radioactives déclarés entre 2004 et 2021**



GRAPHIQUE 5 **Répartition des événements significatifs déclarés en 2021 par critère de déclaration**



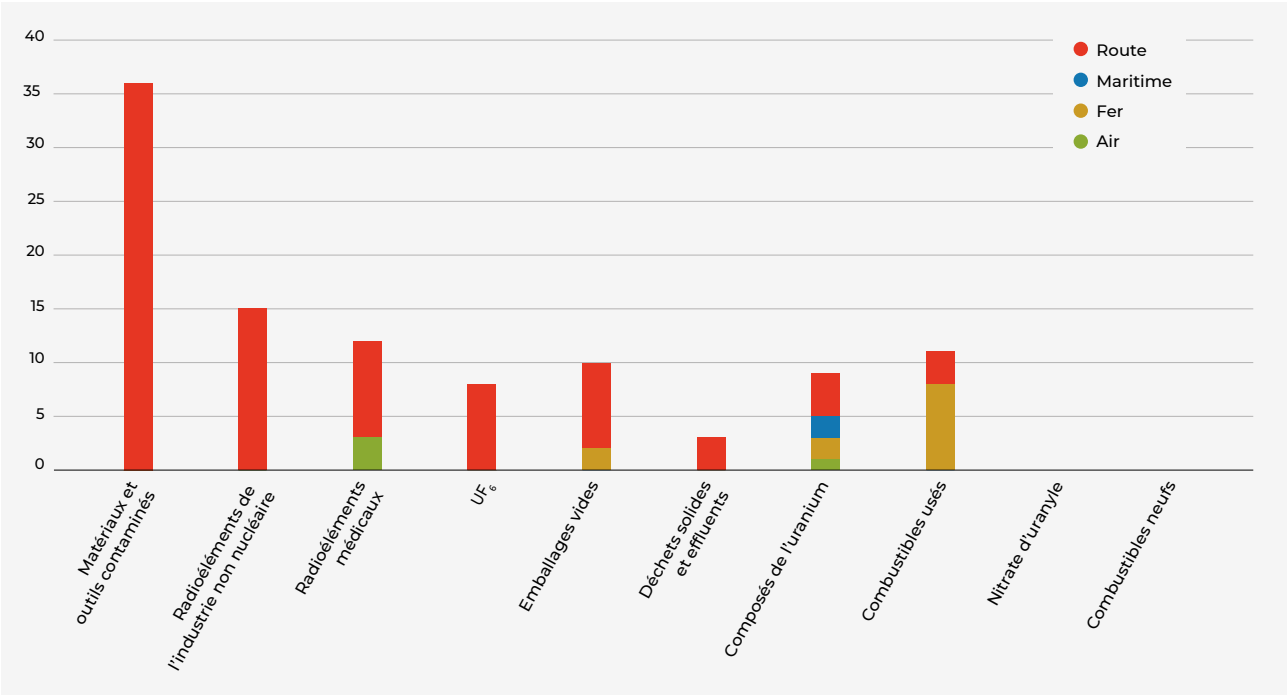
les informations qu'un citoyen lui demande. Les seuils sont définis comme étant ceux « *au-dessus desquels, en application des conventions et règlements internationaux régissant le transport des marchandises dangereuses, du code des transports et des textes pris pour leur application, le transport de substances radioactives est soumis à la délivrance, par l'ASN ou par une autorité étrangère compétente dans le domaine du transport de substances radioactives, d'un agrément du modèle de colis de transport ou d'une approbation d'expédition, y compris sous arrangement spécial* ». Tout citoyen peut donc solliciter des informations auprès des responsables de transport sur les risques présentés par les transports visés par le code de l'environnement.

Par ailleurs, l'ASN met à disposition, sur *asn.fr*, un dossier pédagogique présentant le transport de substances radioactives.

4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports

L'élaboration et la mise en œuvre de la réglementation internationale font l'objet d'échanges fructueux entre les pays. L'ASN inscrit ces échanges dans une démarche de progrès continu du niveau de sûreté des transports de substances radioactives et favorise les échanges avec ses homologues des autres États.

GRAPHIQUE 6 **Répartition des événements de transport déclarés, selon le contenu et le mode de transport en 2021**



4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports

Une association européenne des autorités compétentes pour le transport de substances radioactives (*European Association of Competent Authorities on the Transport of Radioactive Material* – EACA) a été créée en décembre 2008. Son objectif est d'œuvrer pour l'harmonisation des pratiques relatives au contrôle de la sûreté des transports de substances radioactives et de favoriser les échanges et le retour d'expérience entre les différentes autorités. La France, qui est à l'origine de la création de cette association, participe activement à ses travaux en y exposant notamment le fruit de ses réflexions sur les évolutions réglementaires nécessaires, en particulier à l'occasion de la réunion annuelle de cette association.

4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN

L'ASN s'attache à entretenir des relations étroites avec les autorités compétentes des pays concernés par de nombreux transports à destination ou en provenance de France. Parmi ceux-ci figurent notamment l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse.

ÉVÉNEMENTS LIÉS AU TRANSPORT DE MINERAI EN PROVENANCE DE PAYS TIERS

Les transports de minerai d'uranium naturel réalisés dans le cadre du « cycle du combustible » depuis des mines situées en Asie centrale, en Afrique et en Australie, font l'objet d'écarts récurrents : à leur arrivée en France, des points de contamination dépassant les limites réglementaires et des fûts endommagés sont découverts. L'ASN a constaté une légère amélioration de la situation depuis quatre ans, mais continue d'œuvrer, en lien avec les acteurs du transport et les commanditaires, à l'amélioration des conditions de transport de ces colis.

Allemagne

Les autorités française et allemande ont décidé en 2016 de se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur certains dossiers techniques. De plus, l'ASN participe aux comités techniques franco-allemands concernant le programme de retour des déchets issus du retraitement du combustible irradié allemand.

Belgique

Dans le cadre de la production d'énergie électrique d'origine nucléaire en Belgique, des emballages de conception française sont parfois utilisés pour réaliser des transports liés au « cycle du combustible ». Afin d'harmoniser les pratiques et de progresser dans le domaine de la sûreté de ces transports, l'ASN et l'autorité compétente belge (Agence fédérale pour le contrôle nucléaire – AFCN) échangent régulièrement leur savoir-faire et leur expérience. Les échanges portent plus particulièrement sur l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux modèles de colis français dont l'agrément est validé en Belgique et sur les pratiques d'inspection dans chaque pays.

Royaume-Uni

L'ASN et l'autorité compétente britannique (*Office for Nuclear Regulation* – ONR) ont de nombreux sujets d'intérêt commun, notamment en ce qui concerne les validations des agréments anglais par l'ASN et réciproquement. De fait, des contacts bilatéraux ont lieu régulièrement pour assurer la bonne communication entre ces deux autorités.

Suisse

L'ASN a engagé en 2012 des échanges bilatéraux concernant les transports avec l'Inspection fédérale suisse de la sécurité nucléaire (IFSN, appelée en allemand *Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat* – ENSI). Depuis, l'ASN et l'IFSN se rencontrent annuellement pour échanger sur les dossiers de sûreté des modèles d'emballage et sur les contrôles des prescriptions associées à la bonne utilisation des colis de transport.

INSPECTION INTERNATIONALE CROISÉE DU TRANSPORT FLUVIAL DES PARTIES SUPÉRIEURES DES GÉNÉRATEURS DE VAPEUR USÉS DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM

Ces six éléments ont été acheminés par voie routière, puis fluviale et maritime pour rejoindre l'usine suédoise de Cyclife, afin d'y être traités et valorisés. Ils ont traversé la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Belgique, puis sont arrivés en Suède.

Avant que les parties supérieures des générateurs de vapeur (GV) ne quittent la France, trois inspecteurs de l'ASN, un inspecteur de l'Autorité belge, une inspectrice de l'Autorité suisse et deux inspecteurs de l'Autorité néerlandaise ont contrôlé, sur le port de Neuf-Brisach, les 24 et 25 novembre, leur transbordement sur une barge en vue de leur transport fluvial sur le Rhin. Les inspecteurs allemands n'ont pu se joindre à l'inspection en raison des mesures sanitaires dans leurs pays. Deux agents du service du HFDS du ministère de la Transition écologique étaient présents en tant qu'observateurs dans le cadre de leur mission de protection contre les actes de malveillance.

Les inspecteurs ont notamment vérifié que les colis respectaient les limites de débit de dose requis par la réglementation du transport des matières radioactives contaminées superficiellement (dites « SCO-I »).

En effet, les parties supérieures des GV sont concernées par ce cadre réglementaire en raison de leur faible niveau de contamination en surface.

Les inspecteurs ont contrôlé que la cabine du grutier qui chargeait les parties supérieures des GV sur la barge n'était pas exposée aux rayonnements des colis. Ils sont également montés sur la barge et son pousseur pour examiner les documents de bord, les mesures prises pour assurer le suivi radiologique des personnels de bord et la conformité des moyens de navigation à la réglementation du transport fluvial. Ils ont vérifié que les personnels avaient bien suivi la formation sur la sûreté et la radioprotection des transports et leur connaissance des mesures à mettre en œuvre en cas d'incident.

L'équipe d'inspection n'a relevé aucun écart à la réglementation et a estimé que la sûreté du transport fluvial était satisfaisante. Il s'agissait du premier transport fluvial de substances radioactives en France, en Belgique et aux Pays-Bas.



1 Généralités sur les centrales nucléaires ..... P. 286

1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

1.2 Principes de sûreté

1.3 Le cœur, le combustible et sa gestion

1.4 Le circuit primaire et les circuits secondaires

1.5 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire

1.6 L'enceinte de confinement

1.7 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

1.8 Les autres systèmes importants pour la sûreté

2 Le contrôle de la sûreté nucléaire des réacteurs en fonctionnement ..... P. 290

2.1 Le combustible
- 2.1.1 Le combustible et sa gestion en réacteur
- 2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur

2.2 Les équipements sous pression nucléaires
- 2.2.1 La conception de la fabrication des équipements sous pression nucléaires
- 2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires
- 2.2.3 L'exploitation des équipements sous pression
- 2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression en exploitation

2.3 Les enceintes de confinement
- 2.3.1 Les enceintes de confinement
- 2.3.2 L'évaluation des enceintes de confinement

2.4 La prévention et la maîtrise des risques
- 2.4.1 Les règles générales d'exploitation
- 2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs
- 2.4.3 La maintenance des installations
- 2.4.4 L'évaluation de la maintenance
- 2.4.5 La protection contre les agressions d'origine interne ou externe
- 2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions
- 2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences
- 2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire
- 2.5.1 Les rejets et la gestion des déchets
- 2.5.2 La prévention des pollutions des sols et des impacts sanitaires
- 2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté
- 2.6.1 Le fonctionnement des organisations
- 2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

2.7 La radioprotection des personnels
- 2.7.1 L'exposition des personnels aux rayonnements ionisants
- 2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires
- 2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires
- 2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

2.9 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires
- 2.9.1 L'âge des centrales nucléaires
- 2.9.2 Le réexamen périodique
- 2.9.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

3 Le contrôle de la sûreté du réacteur EPR de Flamanville ..... P. 314

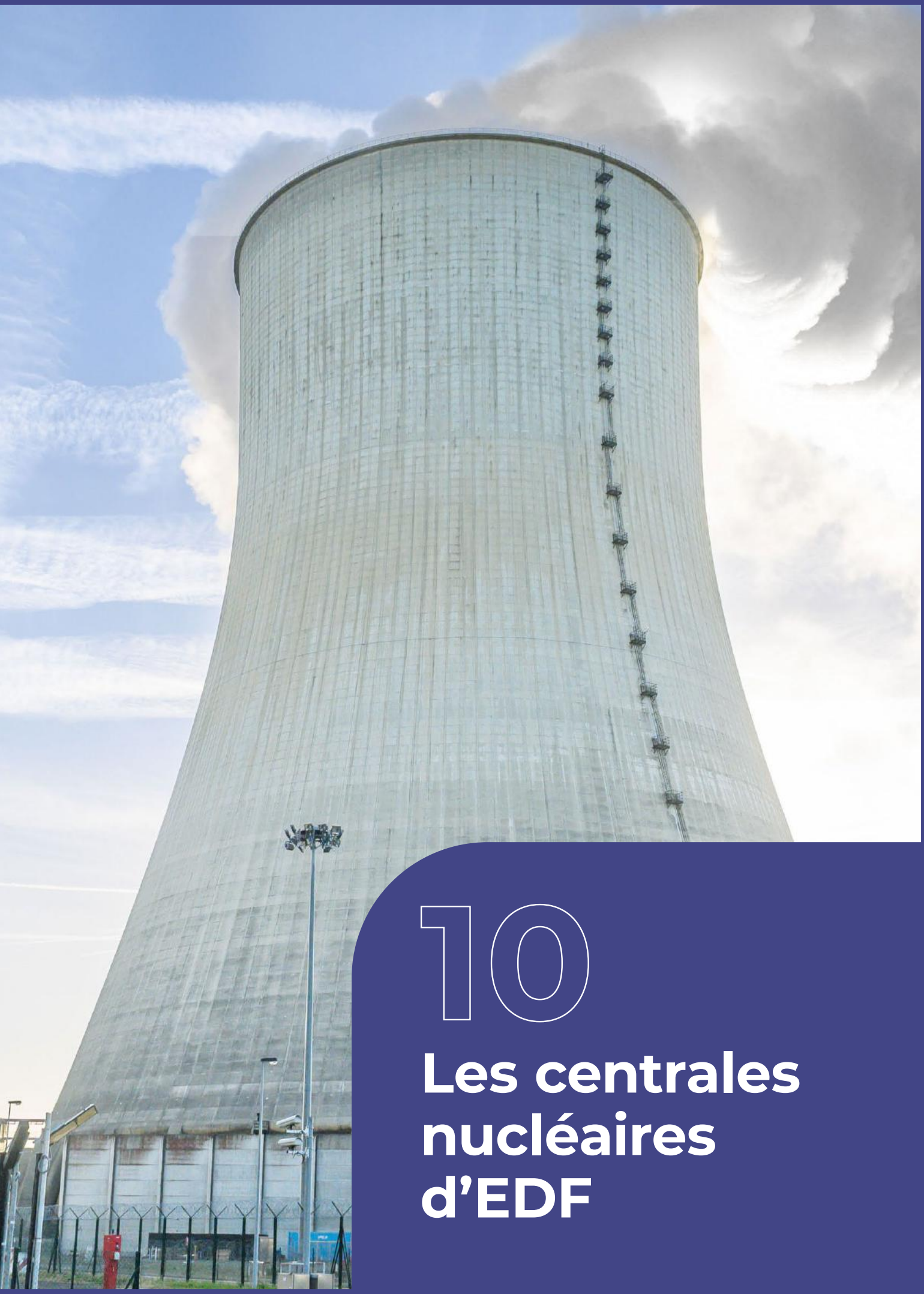
3.1 L'instruction des demandes d'autorisation

3.2 La construction, les essais de démarrage et la préparation au fonctionnement

3.3 L'évaluation de la conception, de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

4 Le contrôle des projets de réacteur ..... P. 316





10

Les centrales nucléaires d’EDF

10 LES CENTRALES NUCLÉAIRES D'EDF

Les réacteurs de production d'électricité sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans d'autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, stockent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs.

Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un parc standardisé exploité par EDF. Si cette homogénéité permet à l'exploitant et à l'ASN de disposer d'une solide expérience de leur fonctionnement, elle conduit aussi à un risque accru en cas de défaut générique de conception, de fabrication ou de maintenance détecté sur l'une de ces installations, pouvant affecter l'ensemble des réacteurs. L'ASN exige donc d'EDF une forte réactivité et une grande rigueur dans l'analyse du caractère générique de ces défauts et de leurs conséquences pour la protection des personnes et de l'environnement, ainsi que dans leur traitement.

L'ASN exerce un contrôle très exigeant de la sûreté, des mesures de protection de l'environnement et de la radioprotection dans les centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard du retour d'expérience (REX). Pour contrôler la sûreté des réacteurs en fonctionnement, en construction et en projet, l'ASN mobilise quotidiennement près de 200 agents au sein de la Direction des centrales nucléaires (DCN), de la Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) et de ses divisions territoriales, et s'appuie sur près de 200 experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN).

L'ASN développe une approche intégrée du contrôle des installations. Elle intervient à tous les stades de la vie des réacteurs électronucléaires, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement et leur déclassement. Son périmètre d'intervention élargi la conduit à examiner, à chacun des stades, les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection de l'environnement, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Pour chacun de ces domaines, elle contrôle tant les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Cette approche lui impose de prendre en compte les interactions entre ces domaines et de définir les modalités de son action de contrôle en conséquence. La vision intégrée qui en résulte permet à l'ASN d'affiner son appréciation de l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la protection de l'environnement et de la protection des travailleurs des centrales nucléaires.

1 // Généralités sur les centrales nucléaires

1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression

Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales thermiques classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite dans un réacteur à eau sous pression (REP) permet la formation de vapeur d'eau qui n'entre pas en contact avec le combustible nucléaire. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé dont la tension est élevée à 400 000 volts (V) par un transformateur. La vapeur, après détente, est refroidie dans un condenseur au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. L'eau condensée est réutilisée dans le cycle de production de vapeur.

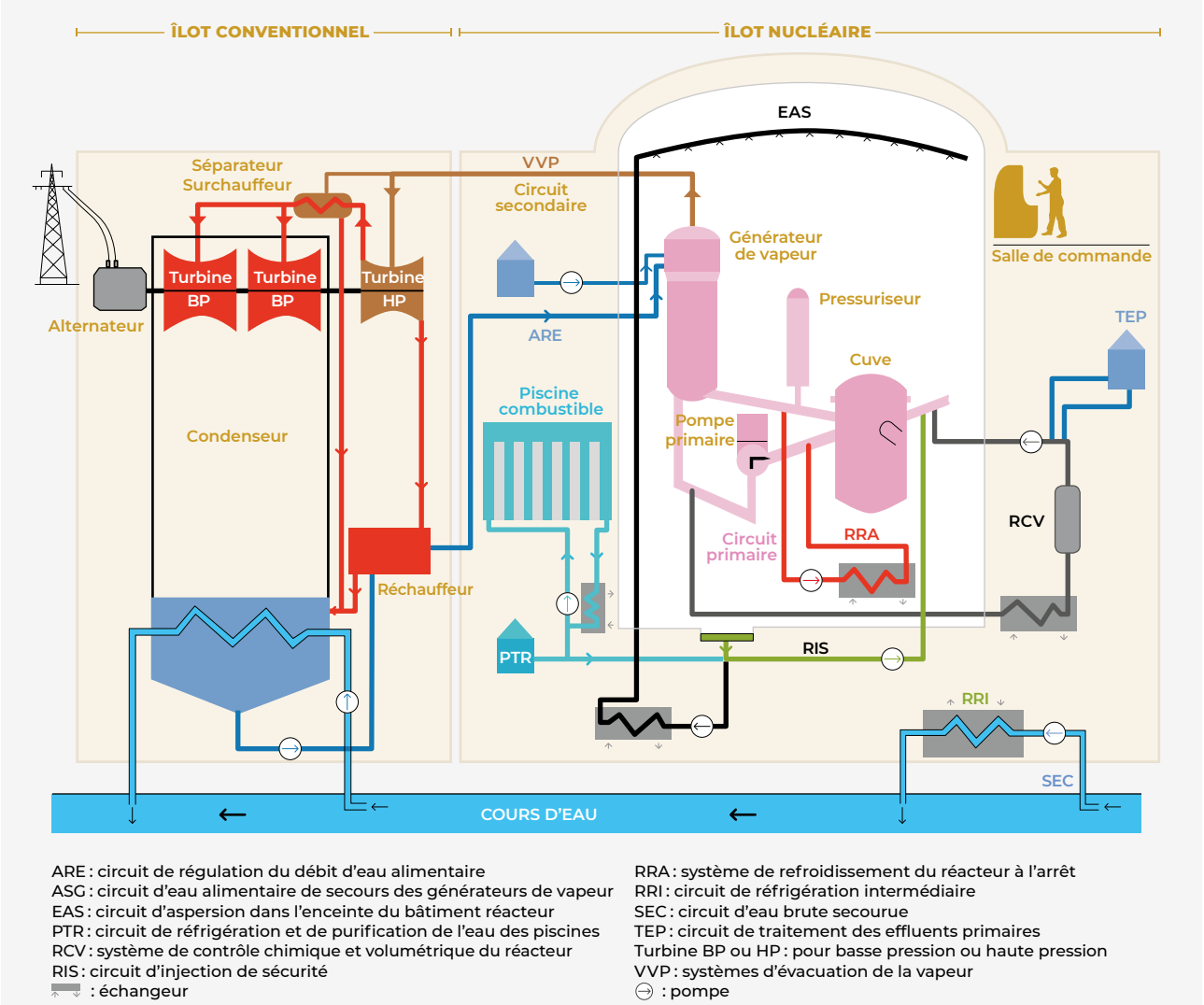
Chaque réacteur comporte un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la cuve du réacteur, le circuit primaire, les générateurs de vapeur (GV) et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur : les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte et d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de contrôle-commande et de protection du réacteur. À ces éléments sont également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions support : contrôle et traitement des effluents primaires, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel, ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage et de refroidissement des combustibles neufs et usés. L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique, sert à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles des combustibles usés, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire et à assurer le refroidissement des combustibles usés et la protection radiologique des travailleurs.

L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur. Le circuit secondaire appartient pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN RÉACTEUR À EAU SOUS PRESSION



ARE : circuit de régulation du débit d'eau alimentaire
ASG : circuit d'eau alimentaire de secours des générateurs de vapeur
EAS : circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur
PTR : circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines
RCV : système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur
RIS : circuit d'injection de sécurité
: échangeur

RRA : système de refroidissement du réacteur à l'arrêt
RRI : circuit de réfrigération intermédiaire
SEC : circuit d'eau brute secourue
TEP : circuit de traitement des effluents primaires
Turbine BP ou HP : pour basse pression ou haute pression
VVP : systèmes d'évacuation de la vapeur
: pompe

1.2 Principes de sûreté

La conception des réacteurs nucléaires repose sur des principes de sûreté visant à assurer les fonctions de sûreté :

- la maîtrise de la réactivité du cœur, c'est-à-dire le contrôle des réactions nucléaires en chaîne ;
- l'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires ;
- le confinement des substances radioactives. Il s'agit d'empêcher la dispersion des substances radioactives dans l'environnement, et d'assurer la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

La conception des installations nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur, qui conduit à la mise en œuvre de niveaux de défense successifs (caractéristiques intrinsèques, dispositions matérielles et procédures), destinés à prévenir les incidents et accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences.

Le confinement des substances radioactives est assuré par l'interposition de trois barrières de confinement entre ces substances et le milieu extérieur :

- la gaine qui enveloppe les crayons de combustible retient les produits radioactifs contenus dans les pastilles de combustible ;
- le circuit primaire qui constitue une deuxième enveloppe capable de retenir la dispersion des produits radioactifs contenus dans le combustible si les gaines sont défaillantes ;
- l'enceinte de confinement qui est constituée par le bâtiment en béton qui abrite le circuit primaire. Elle est destinée en cas d'accident à retenir les produits radioactifs qui seraient libérés lors d'une rupture du circuit primaire.

1.3 Le cœur, le combustible et sa gestion

Le cœur du réacteur est constitué d'assemblages de combustible qui sont constitués de « crayons », composés de « pastilles » d'oxyde d'uranium ou d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium (pour les combustibles dits « MOX »), contenues dans des tubes métalliques fermés, appelés « gaines ». Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium, dits « fissiles », émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285 °C, s'échauffe en remontant le long des crayons de combustible et ressort par la partie supérieure à une température proche de 320 °C.

Au début d'un cycle de fonctionnement, le cœur présente une réserve d'énergie très importante. Celle-ci diminue progressivement pendant le cycle, au fur et à mesure de la consommation des noyaux fissiles. La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est contrôlée par :

- l'introduction plus ou moins importante dans le cœur de dispositifs appelés « grappes de commande », qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler la réactivité du réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt d'urgence du réacteur ;
- l'ajustement de la concentration en bore (élément absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en éléments fissiles ;
- la présence, dans les crayons de combustible, d'éléments absorbant les neutrons, qui compensent en début de cycle l'excès de réactivité du cœur après le renouvellement partiel du combustible.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans ses REP :

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO_2) enrichi en uranium-235, à 4,5 % en masse au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, par Framatome et Westinghouse ;
- des combustibles constitués par un mélange d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'usine Melox d'Orano. La teneur maximale en plutonium autorisée est actuellement limitée à 9,08 % (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une performance énergétique équivalente à du combustible UO_2 enrichi à 3,7 % en uranium-235. Ce combustible peut être utilisé dans les 24 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) dont les décrets d'autorisation de création autorisent l'utilisation de combustible au plutonium. EDF prépare actuellement l'introduction de combustible MOX dans quelques réacteurs de 1300 MWe.

1.4 Le circuit primaire et les circuits secondaires

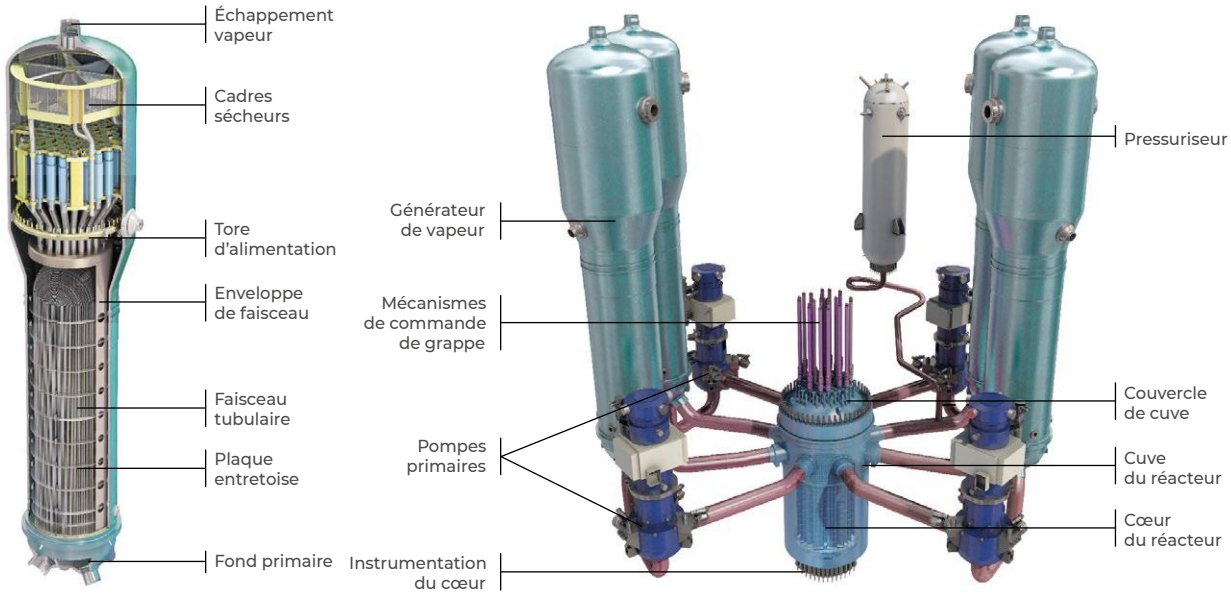
Le circuit primaire et les circuits secondaires permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité.

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement, au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe, et de quatre pour les réacteurs de 1300 MWe, de 1450 MWe ou de 1650 MWe de type EPR. Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite « eau primaire » ou « réfrigérant primaire ». Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite « pompe primaire », et un générateur de vapeur. L'eau primaire, chauffée à plus de 300 °C, est maintenue à une pression de 155 bars par le pressuriseur pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

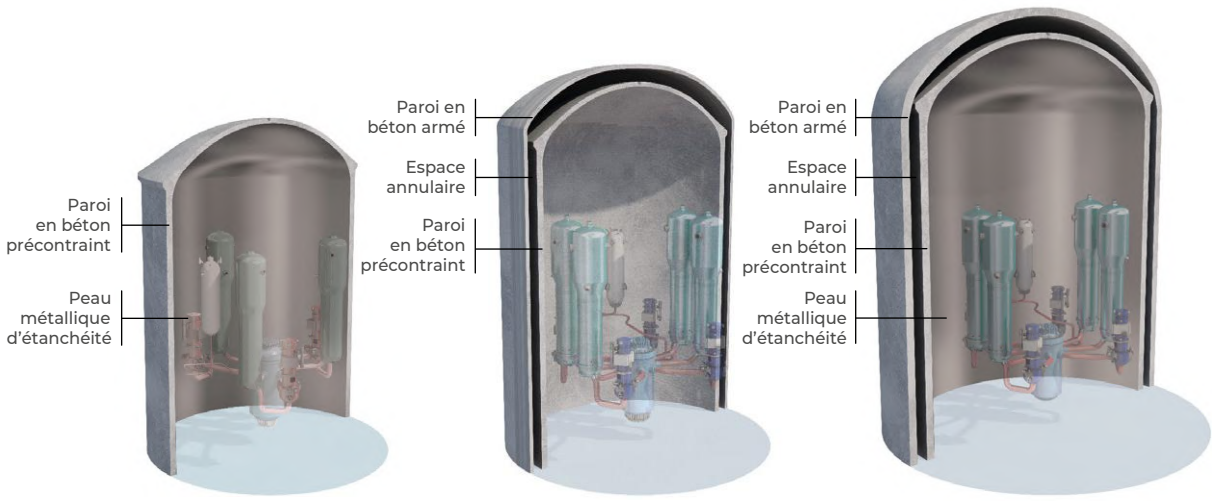
L'eau du circuit primaire cède sa chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les GV. Les GV sont des échangeurs de chaleur qui contiennent, selon le modèle, de 3500 à 6000 tubes dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire, qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau, sous forme liquide dans une partie et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur produite dans les GV subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sécheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite renvoyée vers les GV par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires après avoir traversé des réchauffeurs.

UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR ET UN CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL D'UN RÉACTEUR DE 1300 MWE



ENCEINTES DE CONFINEMENT DES RÉACTEURS



Enceinte de confinement des réacteurs 900 MWe

Enceinte de confinement des réacteurs 1 300 MWe / 1 450 MWe

Enceinte de confinement des réacteurs 1 650 MWe (EPR)

1.5 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire

Le circuit de refroidissement du circuit secondaire a pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine. Il comporte pour cela un condenseur composé d'un échangeur thermique comportant des milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide provenant du milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les GV (voir point 1.4). L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (circuit fermé ou semi-fermé).

Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. Le remplacement du laiton par du titane ou des aciers inoxydables comme matériau des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, pour réduire les rejets métalliques dans le milieu naturel, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide. Le cuivre contenu dans le laiton a en effet des propriétés bactéricides que n'ont pas le titane et les aciers inoxydables. Les tours aéroréfrigérantes peuvent contribuer à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide, etc.) et une surveillance.

1.6 L'enceinte de confinement

L'enceinte des REP assure deux fonctions :

- le confinement des substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident d'une brèche sur le circuit primaire ou sur le circuit secondaire et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions ;
- la protection du réacteur contre les agressions externes.

Ces enceintes ont été conçues selon trois modèles :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage dans l'objectif d'augmenter la résistance à la traction de celui-ci). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;
- celles des réacteurs de 1 300 et 1 450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par un système de ventilation qui assure, entre les deux parois, la collecte et la filtration des fuites résiduelles de la paroi interne avant leur rejet. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle de l'EPR de Flamanville est constituée de deux parois en béton et d'un revêtement métallique qui recouvre l'ensemble de la face interne de la paroi interne.

1.7 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, en puissance ou dans les états d'arrêt du réacteur, la maîtrise des réactions nucléaires, l'évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible dans les états d'arrêt, et le confinement des substances radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement des circuits suivants :

- le circuit d'injection de sécurité (RIS), dont le rôle est d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de fuite de ce dernier ;
- le circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS), dont le rôle est de diminuer la température, et donc la pression, dans l'enceinte de confinement en cas de fuite importante du circuit primaire ;

- le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), qui intervient pour alimenter en eau les GV en cas de perte du système d'alimentation normale, et ainsi permettre l'évacuation de la chaleur du circuit primaire. Ce système est également utilisé en fonctionnement normal, lors des phases d'arrêt ou de redémarrage du réacteur. Après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, il a été décidé de mettre en place une source d'eau diversifiée, appelée source d'eau ultime, qui peut être utilisée en situation extrême pour alimenter en eau les GV lorsque les réserves d'eau du système ASG sont vides et que les différentes solutions pour les réalimenter ne sont plus disponibles.

1.8 Les autres systèmes importants pour la sûreté

Les principaux autres systèmes ou circuits importants pour la sûreté et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI), qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires. Ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde et, d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide) ;
- le circuit d'eau brute secourue (SEC), qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide). C'est un circuit de sauvegarde constitué de deux lignes redondantes. Chacune de ses lignes est capable d'assurer seule, dans certaines situations, l'évacuation de la chaleur du réacteur vers la source froide ;
- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR), qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments de combustible entreposés dans la piscine du bâtiment du combustible. La conception de la source d'eau ultime mise en place dans le cadre des suites de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima permet également d'injecter de l'eau en situation extrême dans la piscine du bâtiment du combustible, en cas de perte du système PTR et des systèmes d'appoint en eau ;
- les systèmes de ventilation, qui assurent le confinement des substances radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets ;
- les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie ;
- le système de contrôle-commande, qui traite les informations reçues de l'ensemble des capteurs de la centrale. Il utilise des réseaux de transmission et donne des ordres aux actionneurs à partir de la salle de commande, grâce à des automatismes de régulation ou à des actions des opérateurs. Son rôle principal vis-à-vis de la sûreté du réacteur consiste à contrôler la réactivité, à piloter l'évacuation de la puissance résiduelle vers la source froide et à participer au confinement des substances radioactives ;
- les systèmes électriques, qui sont composés des sources et de la distribution électriques. Les réacteurs électronucléaires français disposent de deux sources électriques externes : le transformateur de soutirage et le transformateur auxiliaire. À ces deux sources externes s'ajoutent deux sources électriques internes : les groupes électrogènes de secours à moteur diesel. En cas de perte totale de ces sources externes et internes, chaque réacteur dispose d'un autre groupe électrogène, constitué d'un turbo-alternateur, et chaque centrale nucléaire dispose d'une source d'ultime secours, dont la nature varie selon la centrale considérée. Enfin, ces moyens ont été complétés, après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, d'un groupe électrogène de secours à moteur diesel dit « d'ultime secours » (DUS) par réacteur.

2 // Le contrôle de la sûreté nucléaire des réacteurs en fonctionnement

2.1 Le combustible

2.1.1 Le combustible et sa gestion en réacteur

L'étanchéité des gaines des crayons de combustible, présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement, fait l'objet d'une attention particulière.

En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF par la mesure permanente de l'activité des radioéléments contenus dans le circuit primaire. L'augmentation notable de l'activité est le signe d'une perte d'étanchéité des gaines des assemblages. Si l'activité dans le circuit primaire dépasse un seuil prédéfini, les règles générales d'exploitation (RGE) imposent l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal.

Lors de chaque arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non étanches : le rechargement d'assemblages de combustible contenant des crayons inétanches n'est pas autorisé. EDF réalise des examens des crayons non étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation des réacteurs.

Les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, ainsi que la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation afin de prévenir les risques de perte d'étanchéité des crayons de combustible.

2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible et de sa gestion en réacteur

EDF a assuré, pour l'ensemble de ses centrales nucléaires, une gestion globalement satisfaisante de l'intégrité de la première barrière, constituée par la gaine des crayons de combustible.

L'ASN note des progrès dans la déclinaison de la démarche de prévention du risque d'introduction de corps étrangers dans le circuit primaire, pouvant par la suite détériorer la première barrière. Ces progrès sont toutefois inégaux selon les sites.

En 2021, sept réacteurs ont présenté des défauts de gainage. Ce nombre est similaire à l'année précédente. L'ASN restera attentive aux investigations réalisées par EDF sur les assemblages de combustible concernés dans le but de déterminer l'origine de ces défauts et d'identifier les actions correctives nécessaires.

Tout comme en 2020, peu d'événements ont été signalés lors des opérations de manutention du combustible.

En ce qui concerne la fabrication des pastilles du combustible, les anomalies portant sur le MOX rencontrées en 2017 et 2019 (présence aléatoire d'îlots enrichis en plutonium de grande taille dans certaines pastilles de combustible) ont notamment conduit EDF à mettre en place des mesures compensatoires portant sur les plans de chargement. Par ailleurs, la mise en évidence d'un phénomène de remontée de flux neutronique en bas et en haut de colonne fissile des assemblages de combustible MOX a conduit l'ASN à demander à EDF en 2018 l'application de mesures compensatoires dans l'attente du déploiement de modifications

CORROSION DES ASSEMBLAGES DE COMBUSTIBLE À GAINAGE « M5 »

En février 2021, lors du déchargement du combustible du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Chooz B, EDF a détecté des traces de corrosion blanches sur plusieurs assemblages de combustible. Cette corrosion a provoqué la desquamation de plusieurs gaines de crayons de combustible, qui n'ont toutefois pas été percées.

Par la suite, EDF a observé le même phénomène de corrosion sur d'autres réacteurs. Il ne concerne que des assemblages de combustible fabriqués par Framatome dont les gaines sont en alliage « M5 ».

Les analyses réalisées ont mis en évidence plusieurs paramètres susceptibles d'expliquer ce phénomène, notamment la teneur en fer des gaines et la puissance de fonctionnement du réacteur.

EDF a révisé ses exigences sur la teneur en fer du matériau M5. Dans l'attente du déploiement de cette modification sur l'ensemble de ses réacteurs, EDF peut continuer à utiliser les assemblages de combustible à basse teneur en fer, sous réserve de montrer qu'ils ne subiront pas de desquamation lors de leur irradiation et d'appliquer des mesures compensatoires graduées (réduction de puissance, modalités particulières d'exploitation des cœurs ou du réacteur). Cette stratégie a conduit EDF à écarter de la constitution des cœurs plusieurs assemblages de combustible pour lesquels la teneur en fer de l'alliage M5 était trop faible.

Les analyses visant à mieux caractériser le phénomène se poursuivront en 2022.

de la conception de ces assemblages. Ces mesures particulières d'exploitation sont en place depuis 2020 dans l'attente du renouvellement complet des assemblages de combustible MOX présent dans les réacteurs par des assemblages modifiés. Les assemblages MOX chargés en cœur depuis 2021 sont équipés d'une nouvelle cale visant à atténuer la remontée de flux en bas de colonne fissile. EDF proposera une conception optimisée en 2022, qui sera totalement déployée en 2025. EDF travaille également à une modification du haut de la colonne fissile des crayons.

En 2021, les difficultés de production rencontrées à l'usine Melox ont conduit EDF à utiliser de nombreuses recharges spécifiques dans ses réacteurs. L'ASN a notamment autorisé en 2021 l'enchaînement, sur un même réacteur, de trois ou quatre recharges sans assemblage de combustible neuf de type MOX.

2.2 Les équipements sous pression nucléaires

2.2.1 La conception et la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Le fabricant d'un équipement sous pression nucléaire (ESPN) est responsable de la conformité de cet équipement aux exigences de sécurité qui lui sont applicables pour garantir l'absence de défaillance durant son exploitation. Ces exigences sont définies par une directive européenne portant sur les équipements sous pression (ESP) et sont complétées par des exigences spécifiques aux ESPN, tenant également compte de leur importance pour la sûreté de l'installation. Le fabricant définit et applique des règles qui lui permettent de justifier le respect de ces exigences.

Les industriels, en particulier EDF et Framatome, ont mis en place, à partir de 2015, des actions structurantes afin de faire évoluer leurs règles et de les mettre en conformité avec les exigences réglementaires. La plus grande partie de ces actions a été réalisée dans le cadre de l'Association française pour les règles de conception, de construction et de surveillance en exploitation des matériels des chaudières électronucléaires (AFCEN), qui implique la majorité de la profession. Cette démarche a été reconduite pour les années 2019 à 2022 afin de continuer à faire progresser la profession sur certaines thématiques et pour tirer le REX des premières applications des guides et méthodes développées et des écarts relevés lors des fabrications.

L'usine Framatome Le Creusot a repris progressivement son activité en 2021 avec la fabrication de plusieurs viroles destinées au programme de remplacement des GV.

Dans le cadre des investigations que Framatome a menées à la suite de la mise en évidence en 2019 d'un écart portant sur la mise en œuvre des traitements thermiques de détensionnement, le fabricant a mis en évidence en 2021 une nouvelle problématique liée à des contraintes résiduelles élevées générées lors du refroidissement de ces traitements thermiques de détensionnement (voir encadré).

2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

L'ASN évalue la conformité aux exigences réglementaires des ESPN les plus importants pour la sûreté, dits « de niveau N1 », qui correspondent principalement à la cuve, aux GV, au pressuriseur, aux groupes motopompes primaires, à des tuyauteries, notamment celles des circuits primaire et secondaires principaux, ainsi qu'à des vannes et des soupapes de sûreté.

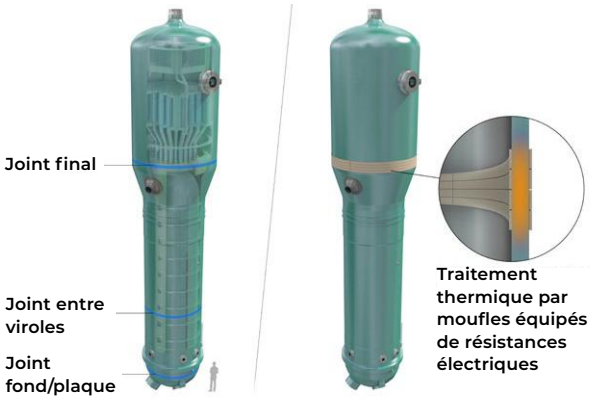
Cette évaluation de la conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (plus de 200 équipements sont concernés pour le réacteur EPR de Flamanville) et les équipements de rechange destinés aux installations nucléaires en fonctionnement (GV de remplacement notamment). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle habilite. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections portant sur les équipements dits de « niveau N1 » et sont chargés de l'évaluation de la conformité aux exigences réglementaires des ESPN moins importants pour la sûreté, dits de « niveau N2 ou N3 ». Le contrôle de l'ASN et des organismes habilités s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les ateliers des fabricants ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. Quatre organismes ou organes d'inspection sont actuellement habilités par l'ASN pour l'évaluation de la conformité des ESPN : Apave SA, Bureau Veritas Exploitation, Vinçotte International et l'organe d'inspection des utilisateurs d'EDF.

En ce qui concerne la conception et la fabrication des ESPN, les organismes habilités ont réalisé, en 2021, environ 3 100 actions de contrôle pour les ESPN destinés au réacteur EPR de Flamanville et environ 4 700 actions de contrôle pour les ESPN de remplacement destinés aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Ces actions de contrôle sont réalisées sous la surveillance de l'ASN.

L'ASN note les actions mises en œuvre par les industriels pour traiter les problématiques identifiées par ses constats ainsi que le caractère approprié des publications de l'AFCEN. L'ASN a demandé à ce que le programme 2019-2022 de l'AFCEN traite de la gestion des écarts et du REX acquis en matière de soudage.

L'ASN, avec l'implication des organismes habilités et l'IRSN, a examiné le programme de travail mis en œuvre par Framatome pour caractériser l'impact des contraintes résiduelles générées lors du détensionnement thermique. Des dispositions relatives

ÉCART DANS LA MISE EN ŒUVRE PAR FRAMATOME DE PROCÉDÉS DE TRAITEMENT THERMIQUE DE DÉTENSIONNEMENT LORS DE LA FABRICATION D'ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION NUCLÉAIRES



L'assemblage de composants par soudage crée des contraintes mécaniques au niveau des zones soudées. Pour réduire ces contraintes, le fabricant met en œuvre un traitement thermique de détensionnement (TTD) qui consiste à chauffer le matériau pendant plusieurs heures à des températures de quelques centaines de degrés. Ce chauffage peut être réalisé dans un four sur l'ensemble de l'équipement lorsque sa dimension le permet, ou localement par l'utilisation de dispositifs chauffants tels que des résistances électriques. La température et la durée de traitement doivent être maîtrisées afin de résorber les contraintes résultant du soudage sans altérer les propriétés mécaniques du matériau.

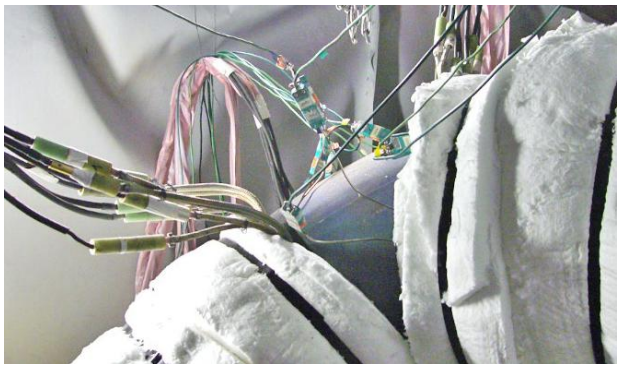
En 2019, le fabricant Framatome a mis en évidence que certains procédés, mis en œuvre au sein de son usine de Saint-Marcel ou dans les centrales nucléaires pour l'assemblage de GV, avaient conduit à une maîtrise insuffisante des températures sur les circonférences des soudures traitées.

Sont concernés par cet écart 177 des 192 GV installés dans les réacteurs en fonctionnement d'EDF. EDF a justifié le maintien de l'intégrité des équipements concernés, en s'appuyant sur des résultats d'essais réalisés sur maquettes représentatives, sur des coupons de matière et sur des modèles numériques de prédiction des températures.

Les équipements en cours de fabrication sont également concernés par cet écart. Il s'agit de 22 GV destinés aux réacteurs en fonctionnement, ainsi que les GV, le pressuriseur et des tuyauteries du circuit secondaire du réacteur EPR de Flamanville. Framatome définit des stratégies de traitement adaptées à chacun des équipements concernés. Elles comprennent des études de remise en conformité, des maquettes d'essais et des études de simulation numérique permettant d'évaluer l'impact des écarts sur les propriétés mécaniques attendues lorsque la remise en conformité ne peut être réalisée.

En 2021, les investigations complémentaires menées par Framatome l'ont conduit à mettre en évidence des contraintes résiduelles, dont l'ampleur n'était pas attendue, générées lors de la mise en œuvre, même conforme, de ces traitements thermiques. Pour les équipements en service, Framatome a déployé un programme de caractérisation permettant, sur la base de mesures expérimentales et de simulation numérique, d'évaluer le niveau de ces contraintes et leur impact sur la tenue mécanique des équipements. L'ASN examine les justifications spécifiques apportées par EDF pour les soudures concernées par l'écart. L'ASN a de plus demandé à EDF, pour l'ensemble des soudures détensionnées, d'effectuer une analyse des risques potentiels.

L'ASN examine également les justifications apportées par Framatome pour les équipements en cours de fabrication. Elle a également interrogé les autres fabricants de gros équipements (Westinghouse et MHI), afin qu'ils examinent si les procédés de traitement thermique de détensionnement qu'ils utilisent génèrent également de tels effets.



au suivi en service des équipements pourraient être nécessaires pour s'assurer du maintien du niveau de sécurité des équipements. L'ASN a également demandé aux autres fabricants d'évaluer cet impact et examine les actions qu'ils entreprennent.

Framatome a poursuivi ses actions d'amélioration de la qualité au sein de ses trois usines. Cela se traduit par une démarche de mise sous contrôle des procédés industriels les plus sensibles affectés par des écarts significatifs. L'ASN évalue, au travers de ses inspections, les résultats de ces actions. Elle souligne ainsi la qualité et la pertinence des actions menées, qui devront se traduire dans l'amélioration de la qualité de réalisation. En particulier, l'ASN a maintenu son implication dans le contrôle des dispositions définies pour pérenniser au sein de l'usine Framatome Le Creusot une organisation robuste, performante et adaptée aux enjeux de sûreté.

Le fabricant Westinghouse a poursuivi la déclinaison de son plan d'amélioration dans son usine de fabrication de GV en Italie en matière de système qualité de surveillance interne. Les conditions pour la levée de la surveillance renforcée en place ont été définies mais n'ont pas été réunies en 2021.

Les organismes habilités, les fabricants et les exploitants développent au sein de leurs structures une organisation et des moyens associés à la prévention et à la détection des risques de fraude. Bien que des avancées soient observées, la déclinaison des modalités techniques définies reste encore à parfaire, comme en 2020. Le traitement des irrégularités déclarées fin 2018 par le fournisseur d'alliages et d'aciers spéciaux Aubert & Duval se poursuit également. Les investigations menées n'ont pas conduit à identifier à ce stade de conséquences sur la sûreté des installations.

2.2.3 L'exploitation des équipements sous pression

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, qui contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité, fonctionnent à haute température et haute pression.

PHÉNOMÈNE DE CORROSION SOUS CONTRAINTE DÉTECTÉ SUR LES TUYAUTERIES DE PLUSIEURS RÉACTEURS

Lors de contrôles par ultrasons réalisés au cours de la deuxième visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Civaux, des indications[1] ont été mises en évidence sur des soudures de coudes de la tuyauterie raccordant le système d'injection de sécurité au circuit primaire principal du réacteur.

EDF a pris la décision d'arrêter le réacteur 2 de la centrale de Civaux pour réaliser, de manière anticipée, des contrôles des zones concernées, les précédents contrôles datant de 2012. Les résultats de ces contrôles ont confirmé la présence d'indications similaires à celles du réacteur 1.

Les parties de tuyauteries concernées du réacteur 1 ont été découpées pour expertise métallurgique en laboratoire et ont mis en évidence la présence de fissuration résultant d'un phénomène de corrosion sous contrainte.

Au regard de l'origine inattendue des fissurations constatées, EDF a pris la décision de mettre à l'arrêt les réacteurs de conception similaire de la centrale nucléaire de Chooz afin de réaliser des contrôles complémentaires à ceux réalisés en 2019 et 2020 lors de leur visite décennale. Ces examens ont mis en évidence des indications. Par ailleurs, des indications ont également été détectées lors de la troisième visite décennale du réacteur 1 de Penly.

Début 2022, EDF poursuit ses investigations pour caractériser les facteurs à l'origine de ce phénomène et identifier les réacteurs et les zones possiblement concernés.

L'ASN, avec l'appui technique de l'IRSN, suit avec attention ces investigations et les conclusions qui en seront tirées.

Pour disposer des dernières informations sur le sujet : *asn.fr*, rubriques « L'ASN informe », « Actualités ».

1. Une indication est un signal (typiquement un écho pour des contrôles par ultrason) mettant en évidence la possible présence d'un défaut dans le matériau contrôlé.

La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'arrêté du 10 novembre 1999 relatif à la surveillance de l'exploitation du CPP et des CSP des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Dans ce cadre, ces circuits font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance périodique par EDF.

Ces circuits sont soumis à une requalification périodique réalisée tous les 10 ans, qui comprend une visite complète des circuits impliquant des examens non destructifs, une épreuve hydraulique sous pression et une vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions.

L'exploitant est tenu de conserver et de mettre à jour les dossiers de référence réglementaires qui sont exigés par l'arrêté du 10 novembre 1999 précité relatif à la surveillance du CPP et des CSP. Ces dossiers sont constitués des dossiers de conception, de fabrication, de protection contre les surpressions, des dossiers relatifs aux matériaux, des constatations faites en exploitation et, le cas échéant, des dossiers de traitement des écarts. L'exploitant doit mettre à jour ces dossiers aussi souvent que nécessaire et au moment des requalifications périodiques. En raison du caractère standardisé des réacteurs électronucléaires français, EDF a la possibilité de réaliser une mise à jour générique de ces dossiers.

Sont détaillés ci-dessous les enjeux de sûreté de certains composants du circuit primaire ou des circuits secondaires.

Les cuves des réacteurs

La cuve, composant essentiel d'un REP, contient le cœur du réacteur, ainsi que son instrumentation.

En fonctionnement normal, la cuve est entièrement remplie d'eau, à une pression de 155 bars et une température de 300 °C. Elle est composée d'acier ferritique, avec un revêtement interne en acier inoxydable.

Le contrôle régulier de l'état de la cuve est essentiel pour deux raisons :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, pour des raisons à la fois de faisabilité technique et de coût ;
- le contrôle contribue à la démarche d'exclusion de rupture de cet équipement. Cette démarche repose sur des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication et de contrôle en service afin de garantir sa tenue pendant toute la durée de vie du réacteur, y compris en cas d'accident.

Durant son fonctionnement, le métal de la cuve se fragilise progressivement, sous l'effet des neutrons issus des réactions de fission dans le cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts technologiques, ce qui est le cas pour quelques cuves qui présentent des défauts dus à la fabrication sous leur revêtement en acier inoxydable.

Les coudes moulés

Le CPP d'un réacteur comporte plusieurs coudes en acier inoxydable austéno-ferritique, fabriqués par moulage. La phase ferritique subit un vieillissement en fonctionnement sous l'effet de la température. Certains éléments d'alliage présents dans le matériau favorisent cette sensibilité au vieillissement, notamment sur les réacteurs de 900 MWe et les premiers réacteurs de 1 300 MWe. Il en résulte une dégradation de certaines propriétés mécaniques, telles que la résilience et la résistance à la déchirure ductile.

Par ailleurs, ces coudes comportent des défauts inhérents au mode de fabrication par moulage statique. Les effets du vieillissement thermique amoindrissent les caractéristiques de cet acier moulé et diminuent les marges de résistance à la rupture brutale en présence de défauts.

EDF a mené de nombreux travaux afin d'approfondir sa connaissance de ces matériaux, de leur cinétique de vieillissement et d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale.

Les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des REP sont fabriquées en alliage à base de nickel, en raison de sa résistance à la corrosion généralisée ou par piqûres. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de corrosion sous contrainte. Ce phénomène particulier se produit en présence de contraintes mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, comme observé sur certains tubes de GV au début des années 1980 ou, plus récemment en 2011, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Gravelines et, en 2016, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom. Ces fissures ont conduit l'exploitant à réparer les zones concernées ou à isoler la partie concernée du circuit.

À la demande de l'ASN, EDF a adopté une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de contrôle en service, défini et mis à jour annuellement par l'exploitant, est soumis à l'ASN qui vérifie que les performances et la fréquence des contrôles mis en place par EDF sont satisfaisantes pour détecter les dégradations redoutées.

Les générateurs de vapeur

Les GV sont composés de deux parties, l'une appartenant au CPP et l'autre au CSP. L'intégrité des principaux éléments constitutifs des GV est surveillée, tout particulièrement celle des tubes qui constituent le faisceau tubulaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire (corrosion, usure, fissure, etc.) peut créer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. La rupture de l'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte de confinement du réacteur, qui constitue la troisième barrière de confinement. Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé périodiquement et examiné par l'ASN. À la suite des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

Les GV ont tendance à s'encrasser au cours du temps en raison des produits de corrosion issus des échangeurs du circuit secondaire. Sur les tubes, la couche de dépôt de produits de corrosion (encrassement) diminue l'échange thermique. Au niveau des plaques entretoises, les dépôts empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur (colmatage), ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des structures internes et peut dégrader le fonctionnement global du GV.

Pour minimiser l'encrassement décrit, diverses solutions peuvent être mises en œuvre et permettent de limiter les dépôts métalliques : nettoyages chimiques préventifs ou nettoyages mécaniques curatifs (lançages à l'aide de jets hydrauliques), remplacement du matériau (laiton par acier inoxydable ou alliage de titane, plus résistants à la corrosion) de certains faisceaux tubulaires d'échangeurs du circuit secondaire, modification des produits chimiques de conditionnement des circuits et augmentation du pH du circuit secondaire. Certaines de ces opérations nécessitent l'obtention d'une autorisation de rejet de certains produits mis en œuvre.

Certains procédés de nettoyage chimique font encore l'objet d'essais visant à confirmer l'innocuité des produits chimiques employés.

Depuis les années 1990, EDF conduit un programme de remplacement des GV constitués des faisceaux tubulaires les plus dégradés.

La campagne de remplacement des GV de 26 réacteurs dont le faisceau tubulaire est en alliage Inconel 600 non traité thermiquement s'est achevée. Elle se poursuit par les remplacements des GV des 26 réacteurs dont le faisceau est en alliage Inconel 600 traité thermiquement.

2.2.4 L'évaluation des équipements sous pression en exploitation

Les cuves des réacteurs

L'ASN émet des procès-verbaux à la suite des contrôles effectués à chaque visite décennale sur les circuits primaires, et en particulier les cuves, qui sont soumis lors de ces arrêts à de nombreux contrôles et à une épreuve hydraulique.

Pour les réacteurs de 900 MWe et dans le cadre de la préparation des quatrièmes réexamens périodiques (voir point 2.9.3 et « Faits marquants » en introduction de ce rapport), EDF a transmis à l'ASN, en 2017, un dossier justifiant la résistance en service des cuves de ces réacteurs jusqu'à leur cinquième réexamen. La démarche générique mise en place par EDF consiste à considérer, suivant une approche enveloppe, les propriétés mécaniques issues de la cuve présentant la fragilisation sous irradiation la plus pénalisante des réacteurs de 900 MWe. EDF a réalisé des études de résistance à la rupture brutale en tenant compte de l'évolution des caractéristiques des matériaux et mènera des contrôles pour s'assurer de l'absence de défaut préjudiciable dans l'acier lors de la visite décennale de chaque réacteur.

LES PRINCIPES DE LA DÉMONSTRATION DE LA RÉSISTANCE EN SERVICE DES CUVES

La réglementation en vigueur impose notamment à l'exploitant :

- d'identifier les situations de fonctionnement ayant un impact sur la cuve ;
- de prendre des mesures afin de connaître l'effet du vieillissement sur les propriétés des matériaux ;
- de mettre en œuvre les moyens lui permettant de détecter suffisamment tôt les défauts préjudiciables à l'intégrité de la structure ;
- d'éliminer toute fissure détectée ou, en cas d'impossibilité, d'apporter une justification spécifique appropriée au maintien en l'état d'un tel type de défaut.

Cette démarche générique a été soumise à l'avis du Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires (GPESPN) le 20 novembre 2018, le 15 octobre 2019 et le 8 septembre 2020. L'examen a porté sur les défauts analysés, l'estimation du vieillissement sous irradiation du métal de la cuve, les analyses thermomécaniques, les études d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale, le classement des transitoires de petites brèches primaires et la justification du niveau de contraintes résiduelles dans les soudures circulaires des viroles de cœur.

Les études réalisées ainsi que les compléments apportés à la demande du GPESPN permettent de conclure favorablement sur la capacité des cuves à fonctionner dix années supplémentaires, sous réserve du résultat des examens réalisés à l'occasion des quatrièmes visites décennales des réacteurs concernés.

Les coudes moulés

Le dossier établi par EDF a fait l'objet d'une instruction par l'ASN et d'un avis du GPESPN le 23 mai 2019. À l'issue de cette analyse, l'ASN a formulé des demandes de justifications complémentaires à EDF sur la prévision du comportement du matériau vieilli, la connaissance des défauts présents dans les coudes, les analyses des marges vis-à-vis de la rupture brutale et le suivi en service de ces composants.

EDF a fourni en 2020 des notes de justification pour certaines typologies de coudes et la stratégie de remplacement envisagée pour d'autres. La situation de certains coudes difficilement remplaçables fait l'objet de développements techniques en matière d'essais non destructifs et de régénération thermique.

Les zones en alliage à base de nickel

EDF a actualisé en 2018 son analyse des zones en alliage à base de nickel en réalisant un état des lieux de la conception, une évaluation du risque d'amorçage de la corrosion sous contrainte, une analyse du REX aux niveaux national et international, un bilan des analyses mécaniques et des études de sûreté, un inventaire des procédés de réparation et de contrôle disponibles, ainsi qu'une mise à jour de sa stratégie de maintenance.

Ce dossier a été examiné conjointement par l'ASN et l'IRSN, puis présenté au GPESPN lors de sa séance du 26 novembre 2020.

Le travail d'actualisation mené par EDF est satisfaisant. Toutefois, EDF doit apporter davantage de garanties sur la capacité des

examens non destructifs à permettre une détection précoce des éventuelles dégradations, en particulier en ce qui concerne les pénétrations de fond de cuve.

Les générateurs de vapeur
La situation de la deuxième barrière de confinement est restée un point de vigilance pour l'ASN en 2021. Les constats de niveaux d'encrassement importants dans certains GV, susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement, amènent une programmation d'interventions de nettoyages préventifs en 2022 et dans les années qui suivent. La maintenance en vue de garantir un état de propreté satisfaisant a été insuffisante et doit être une priorité. La stratégie de contrôle de la partie secondaire des GV déployée par EDF a été revue mi-2020 afin de mieux prévenir ces situations.

L'ASN note que les opérations de remplacement des GV ont pu reprendre après une année sans intervention de ce type. Ces interventions continueront au rythme d'une intervention par an dans les années à venir.

Le percement régulier de tubes de GV, qui fait l'objet d'une stratégie pluriannuelle de contrôle et de bouchage de tubes par EDF, et la détection d'un effet chaudière dans un tube « doigt de gant » d'un GV du réacteur 1 de Nogent-sur-Seine réparé en 2021, illustrent le risque de nouvelles dégradations associées au vieillissement des installations et confirment la nécessité d'adapter en conséquence le niveau d'exigence du suivi en service et l'anticipation du développement des procédés de réparation.

2.3 Les enceintes de confinement

2.3.1 Les enceintes de confinement

Les enceintes de confinement, qui constituent la troisième barrière de confinement, font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne avec une mesure du taux de fuite. Ces essais sont imposés par l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB).

D'autres matériels participent à la fonction de confinement, tels que les accès à l'intérieur de l'enceinte de confinement (dénommés sas et tampon matériel), le circuit de mise en dépression de l'espace inter-enceinte des enceintes de confinement à double paroi ou le circuit de ventilation de la salle de commande. EDF a engagé depuis 2016 un plan d'action afin de garantir, compte tenu des évolutions des réacteurs depuis leur construction, que les débits des systèmes de ventilation répondent aux exigences de sûreté requises à la fois pour le confinement et pour le conditionnement thermique des installations. Le plan d'action est déployé, réacteur par réacteur, sur tous les systèmes de ventilation concernés, et inclut un état des lieux de l'état des matériels et des gaines. EDF procède, le cas échéant, à des remises en état et des améliorations ainsi qu'au réglage des débits de ventilation.

2.3.2 L'évaluation des enceintes de confinement

Gestion globale de la fonction de confinement
L'ASN constate des indisponibilités ponctuelles mais répétées affectant certains matériels participant à la fonction de confinement. Ces indisponibilités, déjà identifiées en 2020, ont fait l'objet d'échanges avec EDF, qui se poursuivront en 2022 afin de vérifier la pertinence des actions envisagées par EDF pour réduire ces indisponibilités.

L'ASN a conduit en 2021 une campagne d'inspection dédiée sur le plan d'action relatif aux systèmes de ventilation. L'ASN a constaté qu'il est correctement mis en œuvre sur les réacteurs et que les exigences de sûreté associées sont atteintes. En 2022, EDF mettra en œuvre un programme visant à s'assurer de la pérennité des réglages nécessaires au bon fonctionnement des systèmes de ventilation établis dans le cadre de ce plan d'action. L'ASN examinera la pertinence de ce programme.

Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique
Les épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées depuis 2009 dans le cadre de leur troisième visite décennale n'ont pas mis en lumière de problème générique susceptible de remettre en cause leur exploitation.

L'enceinte du réacteur 5 de la centrale nucléaire du Bugey a toutefois dû faire l'objet d'une réparation, à la suite de la dégradation constatée en 2015 de l'étanchéité de son revêtement métallique au niveau de la partie basse du bâtiment du réacteur. EDF a par la suite mis en place une surveillance spécifique de cette enceinte. L'étanchéité de cette enceinte de confinement a également fait l'objet d'une attention particulière lors de la quatrième visite décennale de ce réacteur en 2021. L'épreuve de cette enceinte qui s'est déroulée en 2021 a donné des résultats satisfaisants.

Les résultats des épreuves réalisées dans le cadre des quatrièmes visites décennales ont jusqu'à présent également été satisfaisants.

Les enceintes à double paroi
Les épreuves des enceintes à double paroi réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1 300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de la précontrainte de certains câbles plus importantes qu'anticipées lors de la conception.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados et l'extrados de la paroi interne des enceintes des réacteurs de 1 300 MWe les plus affectés, ainsi que des réacteurs de 1 450 MWe. Ces travaux ont permis, pour l'ensemble des réacteurs sur lesquels ils ont été effectués, de respecter les critères de taux de fuite lors des épreuves des enceintes.

L'ASN reste vigilante à l'évolution de l'étanchéité de ces enceintes et au maintien de l'efficacité des revêtements sur le long terme.

2.4 La prévention et la maîtrise des risques

2.4.1 Les règles générales d'exploitation

Les règles générales d'exploitation (RGE) encadrent le fonctionnement des réacteurs électronucléaires. Celles-ci sont établies par l'exploitant et déclinent de manière opérationnelle les hypothèses et conclusions des études de sûreté qui constituent la démonstration de sûreté nucléaire. Elles fixent les limites et conditions d'exploitation de l'installation.

Les modifications des RGE de nature à affecter la sûreté font l'objet, selon leur importance, soit d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, soit d'une déclaration à l'ASN, préalablement à leur mise en œuvre.

Le fonctionnement normal
Les spécifications techniques d'exploitation
Au sein des RGE, les spécifications techniques d'exploitation (STE) définissent les domaines de fonctionnement normal fondés sur les hypothèses de conception et de dimensionnement de l'installation et identifient les systèmes requis pour le maintien des fonctions de sûreté, notamment l'intégrité des barrières de confinement des substances radioactives et la surveillance de ces fonctions en cas d'incident ou d'accident. Elles prescrivent

également les conduites à tenir en cas de défaillance momentanée d'un système requis ou de dépassement d'une limite, ces situations relevant d'un fonctionnement dit en « mode dégradé ».

EDF fait régulièrement évoluer les STE pour intégrer le REX de leur application et les modifications apportées aux réacteurs. De manière ponctuelle, l'exploitant peut les amender temporairement, par exemple pour réaliser une intervention dans des conditions différentes de celles initialement prises en compte dans la démonstration de sûreté nucléaire. Il doit alors justifier la pertinence de cette modification temporaire et définir les mesures compensatoires adéquates pour maîtriser les risques associés.

Les essais périodiques
Les éléments importants pour la protection (EIP) des personnes et de l'environnement font l'objet d'une qualification visant à garantir leur capacité à assurer leurs fonctions dans les situations où ils sont nécessaires. Ils doivent faire l'objet d'essais qui participent à la vérification de la pérennité de leur qualification. Les règles des essais périodiques des matériels importants pour la sûreté sont intégrées dans les RGE. Elles fixent la nature des contrôles techniques à réaliser, leur fréquence et les critères qui permettent de statuer sur le caractère satisfaisant des contrôles.

Les essais physiques du cœur
Les essais physiques du cœur ont pour objectif, d'une part, de confirmer que le cœur en cours d'exploitation est conforme au référentiel de conception et à la démonstration de sûreté, d'autre part, de calibrer les systèmes de régulation et de protection automatiques. Ces essais prescrits dans les RGE sont réalisés périodiquement.

Les essais physiques au redémarrage sont assimilables à des essais de requalification à la suite du rechargement du cœur. Les essais physiques en cours et lors d'une prolongation de cycle permettent de garantir la disponibilité et la représentativité de l'instrumentation et de vérifier les caractéristiques du cœur en exploitation.

Les règles de conduite en cas d'incident ou d'accident

La conduite en cas d'incident ou d'accident
Les RGE traitent également des procédures de conduite du réacteur en situation d'incident ou d'accident. Elles prescrivent les opérations à réaliser par l'équipe de conduite lorsque le réacteur subit une situation d'incident ou d'accident ; ces opérations visent à retrouver un fonctionnement normal du réacteur ou, pour les situations accidentelles, à en limiter les conséquences. Les équipes de conduite sont régulièrement formées à l'utilisation de ces procédures.

EDF fait évoluer ces procédures pour intégrer le REX des incidents et accidents, résorber les écarts détectés lors de leur application ou prendre en compte les modifications apportées aux installations, notamment celles issues des réexamens périodiques.

La conduite en cas d'accident grave
À la suite d'un incident ou d'un accident, si les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement) ne sont pas assurées du fait d'une succession de défaillances, la situation est susceptible d'évoluer vers un accident grave avec endommagement sévère du combustible. Face à de telles situations, peu probables, les stratégies de conduite de l'installation privilégient la préservation de l'intégrité de l'enceinte de confinement afin de limiter autant que possible les rejets dans l'environnement. La mise en œuvre de ces stratégies mobilise les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national. Ces équipes s'appuient sur le plan d'urgence interne (PUI), complété notamment du guide d'intervention en cas d'accident grave et des guides d'action des équipes de crise.

2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs

L'ASN assure le contrôle du contenu des RGE lors de leur instruction avant leur mise en œuvre, ainsi que le contrôle de l'application des RGE lors des inspections.

Le fonctionnement normal

Lors de ses inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN vérifie que l'exploitant respecte les STE et, le cas échéant, les mesures compensatoires associées aux modifications temporaires. Elle contrôle également la cohérence entre les modifications des installations mises en œuvre et celles apportées aux documents utilisés par les équipes de conduite des réacteurs, tels que les consignes de conduite et les fiches d'alarme. Elle s'assure aussi que les procédures utilisées pour configurer les circuits ou consigner les matériels prennent bien en compte les exigences issues des STE. Enfin, elle est attentive à la bonne compréhension et à la bonne application par les équipes de conduite de ces différents documents et à la bonne gestion des activités sensibles, souvent à l'origine d'écarts.

Les non-respects des STE constituent des événements significatifs qui doivent être déclarés à l'ASN. L'ASN analyse l'origine et les conséquences de ces événements et vérifie lors de ses inspections que des mesures ont bien été prises par l'exploitant pour corriger les écarts et éviter qu'ils ne se reproduisent.

En 2021, l'ASN constate que la qualité de la surveillance de la salle de commande est restée à un niveau satisfaisant, comme en 2020, même si certains écarts trouvent cette année encore leur origine dans une défaillance de cette surveillance. Le nombre d'écarts de configuration des circuits est aussi resté à un niveau équivalent à celui de l'an passé.

En revanche, en 2021, les situations pour lesquelles le réacteur a été exploité en dehors des limites prévues ont été bien plus nombreuses qu'en 2020 et sont revenues au niveau de ce qui avait été observé en 2019. L'activité industrielle de l'année 2021, plus chargée que celle de l'année 2020 (allégée en raison de la crise sanitaire), explique sans doute une partie de cette évolution, mais des dispositions doivent être prises pour limiter ces écarts et plus largement améliorer la rigueur d'exploitation des installations.

La pandémie de Covid-19 a perturbé la formation des équipes de conduite en 2020 et en 2021. L'ASN considère que les conséquences de ces perturbations sur les performances en matière de sûreté méritent d'être analysées. Elle mènera en 2022 une campagne d'inspection portant spécifiquement sur cette thématique.

L'ASN vérifie que les essais périodiques des matériels importants pour la sûreté permettent bien de contrôler leur bon fonctionnement et leur niveau de performance. Elle exerce cette vérification lors des demandes d'autorisation de modification des RGE. Elle vérifie aussi au cours d'inspections que ces essais périodiques sont exécutés conformément aux programmes d'essais prévus dans les RGE.

En 2021, les essais périodiques ont été à l'origine de plusieurs événements significatifs, à cause de modifications incorrectes des règles d'essais, d'incohérence des règles d'essais avec le reste des RGE ou de déclinaisons inadaptées des règles d'essais dans les documents opératoires. Dans le cadre du REX de ces événements, EDF adapte ses organisations pour assurer un meilleur partage d'informations entre les différents acteurs responsables de la définition des essais, de leur programmation et de leur réalisation.

La conduite en cas d'incident, d'accident ou d'accident grave

L'ASN contrôle les processus d'élaboration et de validation des procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident, leur pertinence et leurs modalités de mise en œuvre. Dans ce cadre, l'ASN a mené en 2021 plusieurs inspections sur les dispositions

organisationnelles et techniques prévues par EDF en situation d'incident ou d'accident. Ces inspections intègrent quasi systématiquement une mise en situation des équipes de conduite de l'installation en salle ou sur simulateur, pour contrôler les modalités d'application des consignes et les pratiques d'intervention et de communication au sein de ces équipes. À l'issue de ces inspections, l'ASN a jugé satisfaisante la gestion des situations de conduite en cas d'incident ou d'accident par les équipes de conduite.

Par ailleurs, l'ASN a constaté en 2021 que les équipes d'ingénierie nationales d'EDF avaient mené un travail conséquent de résorption des erreurs et imprécisions qui entachent les documents opératoires de conduite en cas d'incident ou d'accident et qui avaient été détectées ces dernières années. L'ASN sera attentive à ce que le nouveau processus de traitement des écarts mis en œuvre par EDF permette leur traitement rapide, afin que des écarts ne perdurent pas sur de longues durées dans les documents opératoires.

L'organisation de crise

Lorsque la situation de l'installation se dégrade ou que des moyens supplémentaires sont nécessaires à la gestion de la situation, les procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident prévoient le déclenchement du PUI qui entraine la mise en place d'une organisation de crise.

En 2021, EDF a activé son PUI pour un incendie sur un transformateur situé dans la partie non nucléaire de la centrale nucléaire de Paluel. La situation n'a pas entraîné de rejets radioactifs et n'a pas nécessité d'action de protection des populations.

L'ASN a mené en 2021 des inspections sur l'organisation et les moyens de crise d'EDF. Dans l'ensemble, ces inspections ont permis de s'assurer que les centrales nucléaires disposent d'un niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence leur permettant d'assurer les actions requises en cas de crise. L'ASN souligne en outre le professionnalisme et la grande motivation des équipiers d'astreinte mobilisés. Toutefois, à la suite d'un changement dans le dispositif d'alerte, EDF doit poursuivre ses efforts de formation pour garantir l'appropriation par les équipiers de crise des dispositifs d'alerte et progresser sur les temps de mobilisation de toutes les parties prenantes. Enfin, le maintien en condition opérationnelle d'un certain nombre de moyens mobilisables en situation d'urgence doit également être renforcé.

2.4.3 La maintenance des installations

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour maintenir la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté.

Afin d'améliorer la fiabilité des équipements importants pour la sûreté, mais aussi la performance industrielle, EDF optimise ses activités de maintenance en s'inspirant des pratiques de l'industrie conventionnelle et des exploitants de centrales nucléaires à l'étranger. EDF a décidé en 2008 de déployer une nouvelle méthodologie de maintenance, dénommée AP913, développée par les exploitants nucléaires américains et reposant sur deux axes principaux : l'évolution des organisations pour développer le suivi de la fiabilité des matériels et des systèmes et la mise en œuvre d'un nouveau type de programmes de maintenance préventive.

Le diagnostic de la mise en œuvre de l'AP913 réalisé par EDF mi-2016 a fait apparaître des difficultés sur la mise en œuvre du suivi des performances et sur l'augmentation des tâches de maintenance générée par les programmes de maintenance AP913. EDF a ainsi défini en 2017 des orientations stratégiques en

LES ARRÊTS DE RÉACTEUR

Les réacteurs électronucléaires doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler leur combustible, qui s'épuise pendant le cycle de production d'électricité. Un tiers ou un quart du combustible est ainsi renouvelé à chaque arrêt.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles certaines parties de l'installation qui ne le sont pas en phase de production. Ils sont donc mis à profit par EDF pour réaliser des opérations de contrôle, d'essais et de maintenance, ainsi que pour réaliser des travaux sur l'installation.

Ces arrêts pour renouvellement du combustible peuvent être de plusieurs types :

- arrêt pour simple rechargement et arrêt pour visite partielle : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance, plus important lors d'une visite partielle que lors d'un arrêt pour simple rechargement ;
- arrêt pour visite décennale : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance approfondi. Ce type d'arrêt, qui dure plusieurs mois et intervient tous les dix ans, permet à l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception résultant des réexamens périodiques.

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour assurer la sûreté de l'installation, la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du réacteur pour le cycle de production à venir.

Le contrôle réalisé par l'ASN, au regard des dispositions de la décision n° 2014-DC-0444 du 15 juillet 2014 relative aux arrêts et aux redémarrages des REP, porte principalement :

- en phase de préparation de l'arrêt, sur le contenu du programme d'arrêt établi par l'exploitant. L'ASN peut demander, le cas échéant, des compléments à ce programme ;
- pendant l'arrêt, à l'occasion d'inspections et de points d'information réguliers, sur la mise en œuvre du programme et sur le traitement des aléas rencontrés ;
- en fin d'arrêt, sur l'état du réacteur et son aptitude à être remis en service. C'est à l'issue de ce contrôle que l'ASN donne ou non son accord au redémarrage du réacteur ;
- après le redémarrage du réacteur, sur les résultats des essais réalisés au cours de l'arrêt et en phase de redémarrage.

Depuis 2020, l'ASN a réduit le volume de ses instructions documentaires réalisées dans le cadre des arrêts de réacteur et a renforcé ses contrôles de terrain. Ces nouvelles modalités de contrôle permettent de diriger les ressources de l'ASN vers les activités présentant le plus d'enjeux et de rendre le contrôle plus efficace.

matière de maintenance et de fiabilité. Elle a précisé les rôles des différents services et métiers liés à la réalisation de la maintenance, en réaffirmant que les services de maintenance sont responsables de la maîtrise d'ouvrage des matériels qu'ils entretiennent, en particulier dans un contexte de poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans. EDF a également mis en place des bilans de fonction pour obtenir une vision intégrée des matériels et systèmes participant à chaque fonction, ainsi qu'une nouvelle phase de son projet de maîtrise des volumes de maintenance.

Par ailleurs, en réponse à la demande de l'ASN formulée en 2019, EDF a déposé fin 2021 une demande d'autorisation pour ajouter aux RGE un nouveau chapitre consacré à la maintenance.

2.4.4 L'évaluation de la maintenance

La maintenance est une thématique importante qui fait l'objet de contrôles réguliers par l'ASN lors de ses inspections dans les centrales nucléaires.

L'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été assez satisfaisante en 2021. Toutefois, l'ASN relève encore régulièrement des points à améliorer, comme la prise en compte des différents risques ou la préparation des activités. L'approvisionnement de pièces de rechange non conformes a encore généré en 2021 des défauts de maîtrise des activités. Des documents nationaux d'EDF mal appliqués ou des documents opérationnels incorrects sont également à l'origine d'opérations de maintenance inadaptées ou de défauts de qualité de maintenance. Enfin, l'ASN constate que les essais de requalification ne permettent pas toujours de détecter les défauts des matériels à la suite d'activités de maintenance ou de modification.

Malgré une amélioration constatée en 2019 et 2020 des actions de contrôle technique des interventions et de surveillance des prestataires, grâce notamment à l'utilisation d'outils informatiques récemment déployés dans les centrales, les événements significatifs ayant pour cause des non-qualités de maintenance non détectées par la surveillance ou par les analyses de premier niveau sont restés nombreux.

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des réacteurs, du programme « grand carénage » et de l'intégration de l'ensemble des modifications qui découlent des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

En 2021, l'ASN a constaté au travers de ses inspections que les différents sites ont, dans l'ensemble, déployé les évolutions de la politique de maintenance engagées par EDF à partir de 2016.

2.4.5 La protection contre les agressions d'origine interne ou externe

Les risques liés aux incendies

Un incendie peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre pour protéger les parties sensibles des installations contre l'incendie.

Les centrales nucléaires, comme les autres INB, sont soumises à la décision n° 2014-DC-0417 de l'ASN du 28 janvier 2014 relative aux règles applicables aux INB pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

LA FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ

Au sein d'EDF, la filière indépendante de sûreté (FIS) assure la vérification en matière de sûreté des actions et décisions prises par les services en charge de l'exploitation des installations. Sur chaque centrale nucléaire, la FIS est composée d'ingénieurs sûreté et d'auditeurs, qui assurent notamment chaque jour une vérification du niveau de sûreté des réacteurs. Le fonctionnement de chaque FIS est contrôlé et évalué, au niveau national, par la FIS de la division de la production nucléaire d'EDF. Enfin, les services d'inspection interne d'EDF, notamment l'inspecteur général rattaché au président du groupe EDF, assisté d'une équipe d'inspecteurs, constituent le plus haut niveau de vérification indépendante de la sûreté nucléaire au sein du groupe EDF.

La prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention et la lutte contre l'incendie.

Les règles de conception visent à empêcher l'extension d'un incendie et en limiter les conséquences ; elles reposent principalement sur la « sectorisation incendie ». Il s'agit d'un découpage de l'installation en secteurs et zones de cantonnement conçus pour circonscrire le feu dans un périmètre donné et délimité par des éléments (portes, murs et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée. Elle a notamment pour objectif d'éviter la transmission d'un incendie à deux matériels assurant de manière redondante une fonction fondamentale de sûreté.

La prévention consiste principalement à :
- veiller à ce que la nature et la quantité de matières combustibles dans les locaux restent en deçà des hypothèses retenues pour la sectorisation ;
- identifier et analyser les risques d'incendie pour prendre les mesures permettant de les éviter. En particulier, pour tous les travaux susceptibles de générer un incendie, un « permis de feu » doit être établi et des dispositions de protection mises en œuvre.

Enfin, la détection des départs de feu et la lutte contre un incendie doivent permettre l'attaque d'un feu et sa maîtrise en vue de son extinction dans des délais compatibles avec la durée de résistance au feu des éléments de sectorisation.

Les risques liés aux explosions

Une explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de substances radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par l'exploitant pour protéger les parties sensibles de l'installation contre l'explosion.

Les risques liés aux inondations internes

Une inondation interne, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de l'installation, peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté. L'inondation peut être notamment induite par un séisme. Des dispositions sont donc prises pour prévenir les inondations internes (maintenance des tuyauteries véhiculant de l'eau, etc.) ou maîtriser leurs conséquences (présence de siphons de sol et pompes d'exhaure permettant d'évacuer l'eau, mise en place de seuils ou de portes étanches pour éviter la propagation de l'inondation, etc.).

Les risques liés aux inondations externes

L'inondation partielle de la centrale nucléaire du Blayais en décembre 1999 a amené les exploitants, sous le contrôle de l'ASN, à réévaluer la sûreté de leurs installations face à ce risque dans des conditions plus sévères qu'auparavant et à effectuer de nombreuses améliorations de la sûreté, selon un échéancier défini au regard des enjeux. Conformément aux prescriptions de l'ASN, EDF a achevé en 2014 les travaux requis sur l'ensemble de ses réacteurs électronucléaires.

En parallèle, pour s'assurer d'une prise en compte plus exhaustive et plus robuste du risque d'inondation, dès la conception des installations, l'ASN a publié en 2013 le Guide n° 13 relatif à la protection des INB contre les inondations externes.

À l'issue des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisées après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a considéré qu'en matière de protection contre les inondations, les exigences résultant de la réévaluation complète conduite à la suite de l'inondation de la centrale nucléaire du Blayais en 1999 permettaient de conférer aux centrales nucléaires un haut niveau de protection contre le risque d'inondation externe. Toutefois, l'ASN a pris plusieurs décisions en juin 2012 pour demander aux exploitants :

- de renforcer la protection des centrales nucléaires face à certains aléas comme les pluies de forte intensité et les inondations sismo-induites ;
- de définir et de mettre en place un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes, notamment en cas d'inondation au-delà du référentiel de dimensionnement.

Les risques liés aux séismes

Bien que la sismicité soit modérée, voire faible, en France, la prise en compte de ce risque par EDF dans la démonstration de sûreté de ses réacteurs électronucléaires fait l'objet d'une attention soutenue de la part de l'ASN, compte tenu des conséquences potentielles sur la sûreté des installations. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations et sont réexaminées périodiquement au regard de l'évolution des connaissances et de la réglementation, à l'occasion des réexamens périodiques.

La règle fondamentale de sûreté n° 2001-01 du 31 mai 2001 définit la méthodologie relative à la détermination du risque sismique pour les INB de surface (à l'exception des installations de stockage à long terme de déchets radioactifs).

Cette règle fondamentale de sûreté est complétée par le Guide de l'ASN 2/01 de mai 2006, qui définit les méthodes de calcul acceptables pour l'étude du comportement sismique des bâtiments nucléaires et d'ouvrages particuliers comme les digues, les galeries et les canalisations enterrées, les soutènements ou les réservoirs.

La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit ainsi leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région. Les centrales nucléaires d'EDF doivent donc pouvoir faire face à des niveaux de séisme intégrant les spécificités géologiques locales de chacune d'entre elles.

Dans le cadre des réexamens périodiques, la réévaluation sismique consiste à vérifier la pertinence du dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances relatives à la sismicité de la région du site ou aux méthodes d'évaluation du comportement sismique des éléments de l'installation. Les enseignements tirés du REX international sont également analysés et intégrés dans ce cadre.

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a prescrit à EDF de définir et de mettre en œuvre un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles permettant de maîtriser les fonctions fondamentales de sûreté dans des situations extrêmes comparables, dans le contexte français, à celle survenue le 11 mars 2011 au Japon. Ce « noyau dur » doit notamment être dimensionné pour résister à un séisme d'une ampleur exceptionnelle dépassant les niveaux retenus lors de la conception ou du réexamen périodique des installations.

Dans le cadre de la définition de ce niveau de séisme exceptionnel, l'ASN a demandé à EDF de compléter la démarche déterministe de définition de l'aléa sismique par une approche probabiliste, afin de tenir compte des meilleures pratiques connues au niveau international.

Les risques liés à la canicule et à la sécheresse

Au cours des événements caniculaires de ces dernières décennies, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs. Par ailleurs, des augmentations notables de température ont été relevées dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

EDF a pris en compte ce REX et a engagé des études de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de températures de l'air et de l'eau plus sévères que celles retenues initialement à la conception. En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté relatif aux situations dites de « grands chauds », EDF a engagé le déploiement de modifications prioritaires (telles que l'augmentation de la capacité de certains échangeurs) et mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

Dans le cadre du réexamen périodique des réacteurs, EDF a engagé un programme de modification de ses installations visant à se prémunir des effets d'une situation de canicule. Il est notamment prévu d'améliorer la capacité de certains systèmes de refroidissement de matériels requis pour la démonstration de sûreté nucléaire.

EDF a également engagé un programme de veille climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses de températures retenues dans son référentiel.

L'ASN a demandé à EDF de prendre en compte le REX des événements caniculaires de 2015, 2016 et 2019, ainsi que leurs effets sur les installations.

Autres agressions

La démonstration de sûreté des centrales nucléaires d'EDF prend également en compte d'autres agressions comme les grands vents, la neige, les tornades, la foudre, les températures froides de l'air, les agressions d'origine anthropique (transport de matières dangereuses, installations industrielles, chute d'aéronefs, etc.) et les agressions de la source froide.

2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

L'ASN contrôle la prise en compte des risques liés aux agressions dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur la réévaluation de la conception des installations dans le cadre des réexamens périodiques, l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, l'examen des événements significatifs et les inspections réalisées sur les sites. Les dispositions permettant de limiter les risques liés aux agressions font l'objet de contrôles réguliers par l'ASN.

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a conduit EDF à renforcer son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions extrêmes. En particulier, des réseaux de référents ont été constitués pour l'ensemble des centrales afin de piloter la mise en œuvre des actions définies pour faire face à ces risques. Des revues annuelles sont également menées afin d'améliorer cette organisation.

Les risques liés aux incendies

Les risques liés à l'incendie sont importants. En conséquence, l'ASN a indiqué à EDF en 2016 qu'elle attendait, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, une démonstration structurée et robuste fondée sur une approche de défense en profondeur. L'ASN a instruit les méthodes de justification produites par EDF et les modifications associées, en recueillant l'avis du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR) en 2019. Il ressort de cette instruction que les évolutions proposées par EDF constituent des améliorations notables de la démonstration (par exemple, études relatives à la tenue de la sectorisation, prise en compte de l'effet des fumées). Par ailleurs, les nouvelles méthodes mises en œuvre ont permis l'identification des éléments de sectorisation dont le bon fonctionnement est particulièrement important. Par exemple, les portes coupe-feu dont la position fermée est indispensable ont été identifiées et feront l'objet de mesures de surveillance spécifiques.

Sur les sites, l'ASN ne constate pas d'évolution notable concernant la maîtrise des risques liés à l'incendie, avec un nombre de départs de feu pour l'année 2021 comparable à celui constaté en 2020, et un nombre d'événements significatifs en lien avec l'incendie sensiblement supérieur.

En 2021, l'ASN a mené une campagne d'inspections renforcées portant sur la maîtrise des risques liés à l'incendie sur sept centrales nucléaires et a demandé la mise en œuvre d'actions correctives visant à remédier aux constats formulés à l'issue de ces inspections, notamment :

- la gestion des entreposages et des stockages de matériels, qui représentent des potentiels calorifiques importants, doit être améliorée. EDF doit en particulier justifier que la sectorisation incendie est suffisante en tenant compte de ces entreposages, tenir des inventaires exhaustifs et garantir le respect des conditions prévues pour ces activités ;
- la maîtrise de la sectorisation doit aussi être améliorée au sein de certaines centrales nucléaires : l'ASN relève parfois des contrôles incomplets, des informations inexactes communiquées aux équipes de conduite et des anomalies qui ne sont pas détectées ou traitées.

L'ASN a constaté certaines améliorations dans le suivi des permis de feu en lien avec le déploiement d'une nouvelle application informatique. La gestion de la détection incendie, la maintenance des matériels et la formation des personnels sont en général satisfaisantes et l'ASN note que, depuis fin 2021, les agents de levée de doute de toutes les centrales nucléaires interviennent en binôme. EDF a aussi poursuivi, en 2021, ses actions visant à mieux maîtriser les risques liés à l'incendie dans les locaux identifiés comme étant particulièrement sensibles à cette agression au regard des conséquences potentielles pour la sûreté.

Ainsi, l'ASN considère que les efforts entrepris par les centrales nucléaires pour mener les actions correctives, notamment le déploiement d'outils et de plans d'action, doivent se poursuivre et faire l'objet d'un meilleur accompagnement auprès du personnel, qui doit disposer des moyens nécessaires pour réaliser les actions attendues.

Enfin, à la suite d'une demande de l'ASN formulée en 2019, EDF a présenté à l'ASN en 2021 ses orientations pour l'amélioration de son organisation en matière de lutte contre l'incendie, notamment en renforçant la capacité de ses moyens d'intervention pour faire face à un feu développé. EDF définira en 2022 le plan de déploiement de sa nouvelle organisation pour l'ensemble des centrales nucléaires.

Les risques liés aux explosions

L'ASN contrôle les mesures de prévention et de surveillance du risque d'explosion et veille particulièrement à sa prise en compte dans le référentiel et l'organisation d'EDF. L'ASN s'assure également du respect de la réglementation relative aux « atmosphères explosives » (ATEX) pour la protection des travailleurs.

La maîtrise des risques liés aux explosions n'est pas encore satisfaisante pour l'ensemble des réacteurs nucléaires. Certaines actions de maintenance et de contrôle demandées par la doctrine interne d'EDF ne sont pas mises en œuvre de manière satisfaisante. De plus, l'ASN constate que l'intégration du REX, le traitement de certains écarts et le déploiement de certaines modifications font parfois l'objet de reports qui ne sont pas toujours justifiés au regard des conséquences potentielles pour la sûreté. Lors des inspections, l'ASN est particulièrement vigilante aux contrôles et aux actions correctives menés par EDF pour garantir la compatibilité des matériels électriques avec une utilisation dans des locaux où une atmosphère explosive est susceptible de se former.

L'ASN note les efforts entrepris par EDF pour réduire ces écarts, par la mise en place d'un suivi renforcé et le déploiement de plans d'action conduisant à des remplacements de matériels. De plus, en 2021, EDF a poursuivi la mise à jour des documents relatifs à la protection contre les explosions, requis par la réglementation relative aux risques liés à la formation d'ATEX et a réalisé des audits de conformité des matériels concernés. EDF a également fait évoluer le programme de formation de son personnel sur les risques liés à l'explosion et l'a intégré aux exercices réalisés régulièrement sur la thématique de l'explosion. L'ASN considère qu'EDF doit continuer à porter une attention toute particulière sur ce sujet et s'assurer que la démarche de prévention des risques d'explosion est déclinée avec toute la rigueur nécessaire sur l'ensemble des sites.

Les risques liés aux inondations internes

Des efforts importants sont attendus sur la majorité des sites pour améliorer la maîtrise du risque d'inondation interne, en particulier sur :

- la maintenance des équipements nécessaires (tuyauteries, siphons de sol, etc.) ;
- les analyses de risque lors des opérations de maintenance et en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un équipement nécessaire ;
- le respect des échéances des actions correctives identifiées lors des revues annuelles ;
- la formation des référents et la sensibilisation du personnel EDF et des prestataires.

En 2019, l'ASN a donc formulé à EDF des demandes afin qu'elle complète la démarche mise en œuvre pour mieux maîtriser le risque d'inondation interne, s'assure du bon fonctionnement des siphons de sol, renforce la maintenance des tuyauteries susceptibles de conduire à une inondation interne et assure une meilleure maîtrise de leur vieillissement. En réponse à ces demandes, EDF a mis en place des actions d'amélioration.

Par ailleurs, EDF a engagé des visites sur le terrain visant à recenser les tuyauteries pouvant être à l'origine d'une inondation interne dans les bâtiments électriques, qui sont particulièrement sensibles à ce risque, afin d'évaluer la nécessité de renforcer leur maintenance. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF étendra ces recensements aux autres bâtiments. L'ASN constate de façon positive qu'EDF a engagé une rénovation des circuits de certains systèmes de réfrigération particulièrement sensibles à la corrosion.

Enfin, dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, EDF a fait évoluer sa démonstration de sûreté relative aux risques d'inondation interne, en considérant notamment plusieurs possibilités de cheminement de l'eau et a défini des dispositions complémentaires pour limiter les risques.

Les risques liés au séisme
Les programmes d'inspection mis en œuvre par EDF conduisent à déclarer régulièrement des événements significatifs pour la sûreté pour défaut de résistance au séisme de certains matériels. Ces événements résultent d'actions de contrôle ciblées, progressivement déployées par EDF. Ces non-conformités peuvent avoir, en cas de séisme, des conséquences importantes, qui sont alors systématiquement analysées.

Le 11 novembre 2019, un séisme s'est produit au niveau de la commune du Teil. Ce séisme a conduit EDF à mettre en œuvre, sur la centrale nucléaire de Cruas-Meysse, la procédure de conduite prévue en cas de séisme. En effet, les mouvements sismiques détectés sur ce site ont atteint le niveau nécessitant la mise à l'arrêt des réacteurs afin de procéder à des vérifications. Un programme d'inspection a ensuite été défini et réalisé avant le redémarrage des réacteurs. L'ASN a demandé à EDF dès novembre 2019 de déterminer si ce séisme devait conduire à revoir les niveaux de séisme à retenir pour la protection des sites des centrales nucléaires du Tricastin et de Cruas-Meysse. Selon EDF, le séisme du Teil est sans impact sur le niveau de séisme retenu pour la protection du site du Tricastin, mais celui du site de Cruas est susceptible d'être réévalué. Cette réévaluation nécessite des investigations de terrain complémentaires et devrait être achevée pour 2022. Dans l'attente des résultats de ces investigations, EDF a défini un nouveau spectre de dimensionnement temporaire. Ce spectre sera utilisé afin de lancer les études de réévaluation sismique associées au quatrième réexamen périodique de ce site. L'ASN prendra position sur ce sujet en 2022.

Les risques liés aux températures extrêmes
Les inspections portant sur les risques associés aux températures extrêmes mettent en évidence que l'organisation d'EDF doit être améliorée sur une majorité de sites. En particulier, l'ASN constate sur plusieurs sites un manque d'anticipation pour la préparation de la mise de l'installation en configuration estivale ou hivernale, ce qui a conduit à des demandes d'actions correctives.

EDF a mené lors des derniers étés, à la demande de l'ASN, des essais de fonctionnement des groupes électrogènes de secours à moteur diesel en période de température élevée. Ces essais permettent de conforter la démonstration de la qualification de ces matériels.

Les risques liés à la foudre
Les inspections portant sur les risques liés à la foudre mettent en évidence la nécessité de disposer, sur l'ensemble des sites, d'une organisation et d'un pilotage renforcés afin d'améliorer la prise en compte des exigences réglementaires associées à la maîtrise de cette agression. Des actions correctives ont été demandées.

L'ASN constate toujours des lacunes dans la démarche de maîtrise du risque lié à la foudre, notamment dans les analyses des risques dédiées, qui contiennent régulièrement des informations erronées sur l'état des installations. L'ASN constate également des retards notables dans la réalisation des travaux identifiés dans les études techniques. Par ailleurs, les échéances de réalisation des vérifications périodiques des systèmes de protection contre la foudre par des organismes de contrôle compétents ne sont pas toujours respectées. Ces éléments ont fait l'objet de demandes d'actions correctives. EDF a défini un programme de travail pour améliorer la situation.

2.4.7 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences

Le maintien de la conformité des installations à leurs exigences de conception, de réalisation et d'exploitation est un enjeu majeur dans la mesure où cette conformité est essentielle pour s'assurer du respect de la démonstration de sûreté. Les processus mis en œuvre par l'exploitant, notamment lors des arrêts des réacteurs, contribuent au maintien de la conformité des installations aux exigences issues de cette démonstration.

L'identification et le traitement des écarts
Les contrôles engagés par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN au titre, notamment, du REX peuvent conduire à la détection d'écarts par rapport aux exigences définies, qui doivent alors être traités. Ces écarts peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement, défaillances organisationnelles, etc.

Les actions de détection et de correction des écarts, prescrites par l'arrêté du 7 février 2012, jouent un rôle essentiel dans le maintien du niveau de sûreté des installations.

Les vérifications « au fil de l'eau »
La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue à identifier les écarts. Les visites de routine sur le terrain et les activités de contrôle technique et de vérification des activités considérées comme importantes pour la protection des personnes et de l'environnement constituent également des moyens efficaces pour détecter des écarts.

Les vérifications lors des arrêts de réacteur
EDF met à profit les arrêts des réacteurs nucléaires pour réaliser les travaux de maintenance et les contrôles qui ne peuvent pas être accomplis lorsque le réacteur est en production. Ces opérations permettent notamment de résorber les écarts déjà connus, mais peuvent également conduire à en détecter de nouveaux. Avant chaque redémarrage du réacteur, l'ASN demande à EDF de lister les écarts non résorbés, de mettre en œuvre des dispositions compensatoires adaptées et de justifier l'acceptabilité de ces écarts au regard de la protection des personnes et de l'environnement pour le cycle de production à venir.

Les vérifications décennales : les examens de conformité
EDF réalise des réexamens périodiques de la sûreté des réacteurs nucléaires tous les 10 ans, conformément à la réglementation (voir point 2.9.2). EDF réalise alors une revue approfondie de l'état réel des installations par rapport aux exigences de sûreté qui leur sont applicables, notamment à partir du suivi en exploitation qu'elle a réalisé jusqu'alors, et répertorie les éventuels écarts. Ces vérifications peuvent être complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation qui ne bénéficient pas d'un programme de maintenance préventive.

Les vérifications additionnelles en réponse à des demandes de l'ASN
En complément des actions menées par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation, des vérifications complémentaires sont réalisées à la demande de l'ASN, que ce soit, par exemple, au titre du REX d'événements survenus sur d'autres installations, à la suite d'inspections, ou à l'issue de l'examen des dispositions proposées par l'exploitant dans le cadre des réexamens périodiques.

LES EXIGENCES DÉFINIES

L'arrêté du 7 février 2012 dispose qu'une exigence définie est une « exigence assignée à un équipement important pour la protection (des personnes et de l'environnement), afin qu'il remplisse, avec les caractéristiques attendues, la fonction prévue dans la démonstration [de sûreté] ou à une activité importante pour la protection (des personnes et de l'environnement) afin qu'elle réponde à ses objectifs vis-à-vis de cette démonstration ».

Pour les équipements, ces exigences peuvent notamment porter sur :
- les caractéristiques des matériaux constitutifs ;
- les procédés de fabrication, d'assemblage, de montage et de réparation ;
- les grandeurs physiques et critères caractéristiques de la performance de l'équipement.

Pour les activités, les exigences peuvent notamment porter sur :
- les compétences nécessaires pour l'accomplissement de l'activité ;
- les habilitations nécessaires, le cas échéant ;
- les contrôles et points d'arrêt ;
- les équipements et matériels requis pour permettre l'exécution de l'activité dans le respect des exigences réglementaires, voire contractuelles, de façon à garantir le respect de la démonstration de sûreté.

LE TRAITEMENT DES ÉCARTS

Un écart est un non-respect d'une exigence définie ou d'une exigence fixée par le système de gestion intégrée de l'exploitant. Un écart peut ainsi affecter une structure, un système ou un composant de l'installation. Il peut aussi porter sur le respect d'un document d'exploitation ou sur le fonctionnement d'une organisation.

La réglementation impose à l'exploitant d'identifier l'ensemble des écarts affectant ses installations et de procéder à leur traitement. Les activités attachées au traitement des écarts sont des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement. Elles sont donc soumises à des exigences de contrôle et de surveillance dont la mise en œuvre est régulièrement contrôlée par l'ASN.

Les modalités d'information de l'ASN et du public

Lorsqu'un écart est détecté, EDF, comme tout exploitant d'INB, est tenu d'en évaluer les impacts sur la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement. S'il y a lieu, EDF transmet alors à l'ASN une déclaration d'événement significatif. De plus, EDF informe le public lors de la survenue des événements significatifs les plus notables, en publiant des notes sur le site Internet des centrales nucléaires concernées ou dans sa lettre d'information externe. De son côté, l'ASN informe le public sur *asn.fr* des événements significatifs de niveau 1 ou plus sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques *(International Nuclear Event Scale* – échelle INES).

Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité

L'ASN a publié le 6 janvier 2015 le Guide n° 21 relatif au traitement des écarts de conformité. Ce guide précise les attentes de l'ASN en matière de résorption des écarts de conformité et présente la démarche attendue de l'exploitant en application du principe de proportionnalité. Celle-ci s'appuie notamment sur une évaluation des conséquences potentielles ou avérées de tout écart identifié et sur la capacité de l'exploitant à assurer la sûreté du réacteur en cas d'accident par la mise en œuvre de dispositions compensatoires adaptées. Le guide rappelle par ailleurs le principe d'une résorption dès que possible des écarts de conformité, et définit en tout état de cause des délais maximaux.

RENFORCEMENT DU CONTRÔLE DES FOURNISSEURS DE MATÉRIELS IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

En 2021, l'ASN a renforcé son contrôle de la chaîne d'approvisionnement d'EDF pour les matériels importants pour la sûreté destinés aux centrales nucléaires. L'ASN a ainsi réalisé, en 2021, 42 inspections, la plupart dans les usines de fabrication.

Dans le cadre de ces contrôles, l'ASN a examiné le respect des exigences réglementaires lors des opérations de fabrication, la capacité des fournisseurs à fabriquer des équipements répondant aux exigences de sûreté et la prise en compte du risque de fraude. Lors de ces inspections, l'ASN a également contrôlé la surveillance, réalisée par EDF, de ses fournisseurs et de leurs sous-traitants.

En particulier, l'ASN a participé à des inspections multinationales avec ses homologues étrangers dans le cadre du *Multinational Design Evaluation Programme* (MDEP) dans les usines de Framatome à Saint-Marcel (Saône-et-Loire), de Flowserve à Raleigh (Etats-Unis) et de Fairbanks à Beloit (États-Unis).

2.4.8 L'évaluation de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

L'ASN a constaté par le passé que les dispositions organisationnelles prises pour traiter les écarts présentaient des fragilités et que les délais de caractérisation, de contrôle et de traitement des écarts n'étaient pas toujours conformes aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012. En conséquence, EDF a révisé en 2019 son référentiel interne relatif à la gestion des écarts afin d'améliorer leur traitement et d'assurer une information de l'ASN réactive et proportionnée aux enjeux pour la sûreté. L'ASN a constaté en 2021 une amélioration notable de la situation. Les efforts entrepris par EDF devront se poursuivre dans les années à venir.

Des événements significatifs portant sur plusieurs réacteurs ont à nouveau été déclarés en 2021 à la suite de la détection d'écarts de conformité ; certains écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications ou d'actions de maintenance des installations.

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2022, et poursuivra à cet égard les inspections sur l'état des matériels et des systèmes.

Enfin, l'ASN constate que certains systèmes rattachés aux fonctions de sûreté « support », « maîtrise de la réactivité » et « refroidissement » présentent des indisponibilités fortuites répétées. Il s'agit notamment des systèmes de refroidissement intermédiaire, de surveillance post-accidentelle, de mesure de la puissance nucléaire et de commande des grappes. Ces indisponibilités, déjà identifiées en 2020, ont fait l'objet d'échanges avec EDF, qui seront poursuivis en 2022 afin de vérifier la pertinence des actions engagées par EDF.

Les déclarations d'événements significatifs par EDF

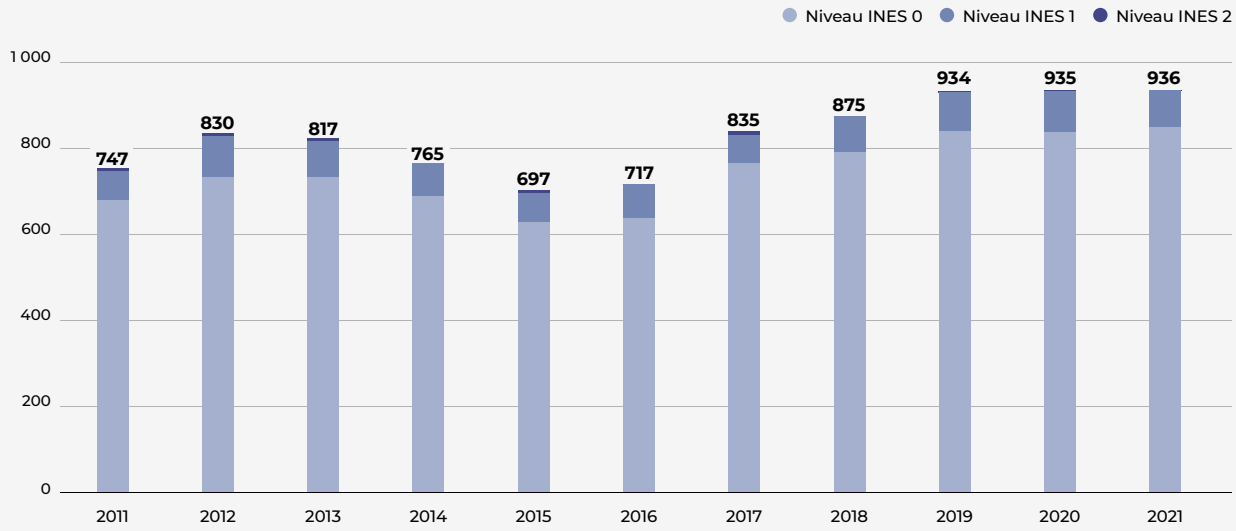
En application des règles relatives à la déclaration des événements significatifs (voir chapitre 3, point 3.3), l'ASN a reçu de la part d'EDF, en 2021, 762 déclarations d'événements significatifs au titre de la sûreté (ESS), 158 au titre de la radioprotection (ESR) et 68 au titre de la protection de l'environnement (ESE). Le nombre d'événements significatifs a légèrement augmenté en 2021 par rapport à l'année précédente, en particulier les ESS (746 en 2019, 740 en 2020). Il faut par ailleurs noter que, pour la première fois en 2021, les événements déclarés par le site de Fessenheim ne sont pas intégrés à ce bilan.

Le graphique 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'échelle INES depuis 2011.

Le graphique 2 présente l'évolution depuis 2011 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration : ESS, ESR et ESE. Les événements hors échelle INES sont également pris en compte.

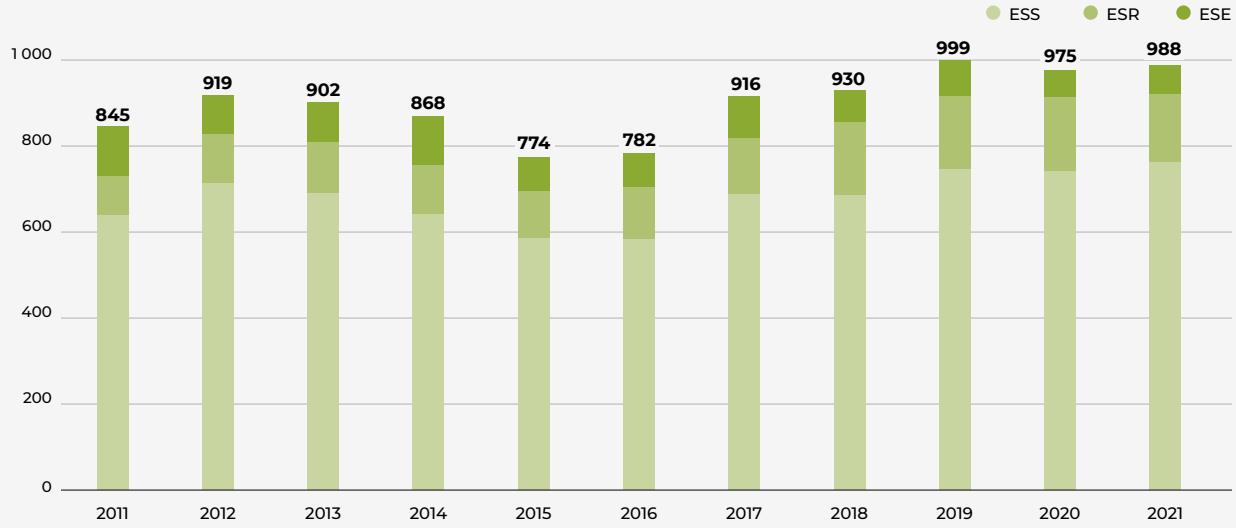
Les événements significatifs affectant plusieurs réacteurs nucléaires sont regroupés sous l'appellation d'événements significatifs à caractère générique. Ont été déclarés en 2021 31 événements de ce type dans le domaine de la sûreté nucléaire.

GRAPHIQUE 1 **Évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2011 à 2021**



Ce graphique intègre les données de la centrale nucléaire de Fessenheim jusqu'en 2020.

GRAPHIQUE 2 **Évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2011 à 2021**



Ce graphique intègre les données de la centrale nucléaire de Fessenheim jusqu'en 2020.

2.5 La prévention et la maîtrise de l'impact environnemental et sanitaire

2.5.1 Les rejets et la gestion des déchets

La limitation des prélèvements et des rejets dans l'environnement

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents liquides et gazeux. Ces effluents, qui peuvent être radioactifs ou chimiques, ont pour origine le fonctionnement même du réacteur, dont principalement les opérations visant à assurer la qualité radiochimique du CPP, le conditionnement chimique des circuits afin de contribuer à leur bon état, la production d'eau déminéralisée pour l'alimentation de certains circuits, les traitements biocides et les effluents de la station d'épuration des eaux usées du site.

Pour chaque site, l'ASN fixe les valeurs limites de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents sur la base des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales de l'environnement.

L'ASN fixe également les règles relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des réacteurs. Ces prescriptions concernent notamment la gestion et la surveillance des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents, la surveillance de l'environnement et l'information du public et des autorités (voir chapitre 3, point 4.1).

Pour fixer ces prescriptions, l'ASN se fonde sur le REX de l'ensemble des réacteurs, tout en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (changement du conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide, etc.) et de la réglementation générale.

Enfin, les exploitants de chaque centrale nucléaire transmettent chaque année à l'ASN un rapport annuel dédié à l'environnement qui contient notamment un bilan des prélèvements et des rejets dans l'environnement, de leurs impacts éventuels et des événements marquants survenus.

L'impact des rejets thermiques des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents chauds dans les cours d'eau ou dans la mer, soit de manière directe pour les centrales nucléaires fonctionnant en circuit dit « ouvert », soit après refroidissement de ces effluents par passage dans des aéroréfrigérants permettant une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère. Les rejets thermiques des centrales nucléaires conduisent à une élévation de la température entre l'amont et l'aval du rejet qui peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés à plusieurs degrés. Ces rejets thermiques sont réglementés par des décisions de l'ASN.

Depuis 2006, des dispositions sont intégrées aux décisions de l'ASN pour définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles avec un échauffement significatif des cours d'eau. Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu.

La gestion des déchets

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres déchets. EDF réalise pour chaque installation une synthèse de la gestion de ces déchets, présentant en particulier le descriptif des opérations à l'origine de la production des déchets, les caractéristiques des déchets produits ou à produire, une estimation des flux de production et un plan de zonage des déchets.

Par ailleurs, chaque site envoie annuellement à l'ASN le bilan de sa production de déchets et des filières d'élimination associées, une comparaison avec les résultats des années précédentes, un bilan de l'organisation du site et des différences constatées par rapport aux modalités de gestion prévues dans l'étude sur la gestion des déchets et la liste des faits marquants survenus et des perspectives.

2.5.2 La prévention des pollutions des sols et des impacts sanitaires

La prévention des pollutions induites par les déversements accidentels de substances dangereuses

L'exploitation d'une centrale nucléaire induit, tout comme de nombreuses activités industrielles, la manipulation et l'entreposage de substances chimiques dangereuses. La gestion de ces substances et la prévention des pollutions, qui relèvent de la responsabilité de l'exploitant, sont encadrées par l'arrêté du 7 février 2012 et la décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013 et doivent répondre par ailleurs aux exigences des textes européens. L'exploitant a des obligations en matière de gestion opérationnelle de ces substances et d'identification des dangers potentiels associés. Il doit également pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas de situation incidentelle ou accidentelle qui donnerait lieu à une pollution.

Ainsi, l'exploitant doit, par exemple, identifier précisément la localisation de chaque substance dangereuse sur son site, ainsi que les quantités associées. Les fûts et réservoirs sont tenus d'être étiquetés en conformité avec le règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) et de disposer de rétentions conçues pour pouvoir recueillir les éventuels déversements. Par ailleurs, les centrales nucléaires doivent mettre en œuvre une organisation et des moyens pour prévenir la pollution du milieu naturel (nappe, fleuve, sol).

Depuis quelques années et à la demande de l'ASN, EDF mène des actions pour améliorer sa maîtrise du risque de pollution en travaillant à améliorer le confinement des substances liquides dangereuses sur ses sites.

La prévention des impacts sanitaires induits par le développement des légionelles et des amibes dans certains circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires

Les circuits de refroidissement des réacteurs nucléaires équipés d'une tour aéroréfrigérante constituent des milieux favorables au développement des légionelles et des amibes (voir point 1.4). EDF assure la surveillance des concentrations en légionelles et amibes et engage des actions préventives et, le cas échéant curatives conformément aux dispositions de la décision n° 2016-DC-0578 de l'ASN du 6 décembre 2016 relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement du circuit.

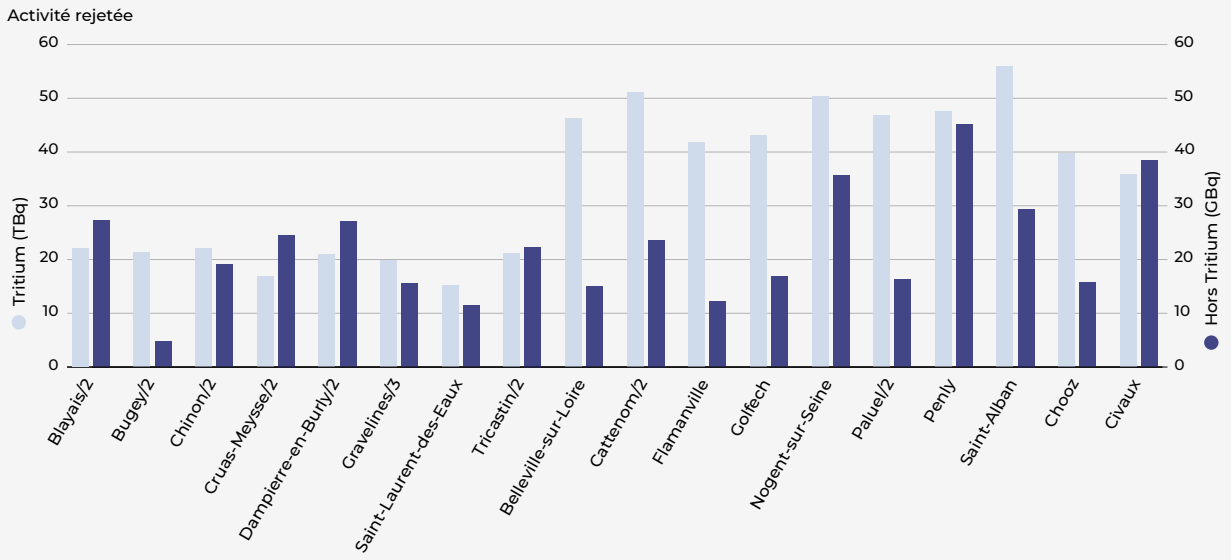
Pour la plupart de ces réacteurs, les actions préventives et curatives, visant à limiter le développement des légionelles et amibes, reposent sur l'injection d'un biocide (la monochloramine) dans le circuit de refroidissement.

2.5.3 L'évaluation de la maîtrise des nuisances et de l'impact sur l'environnement

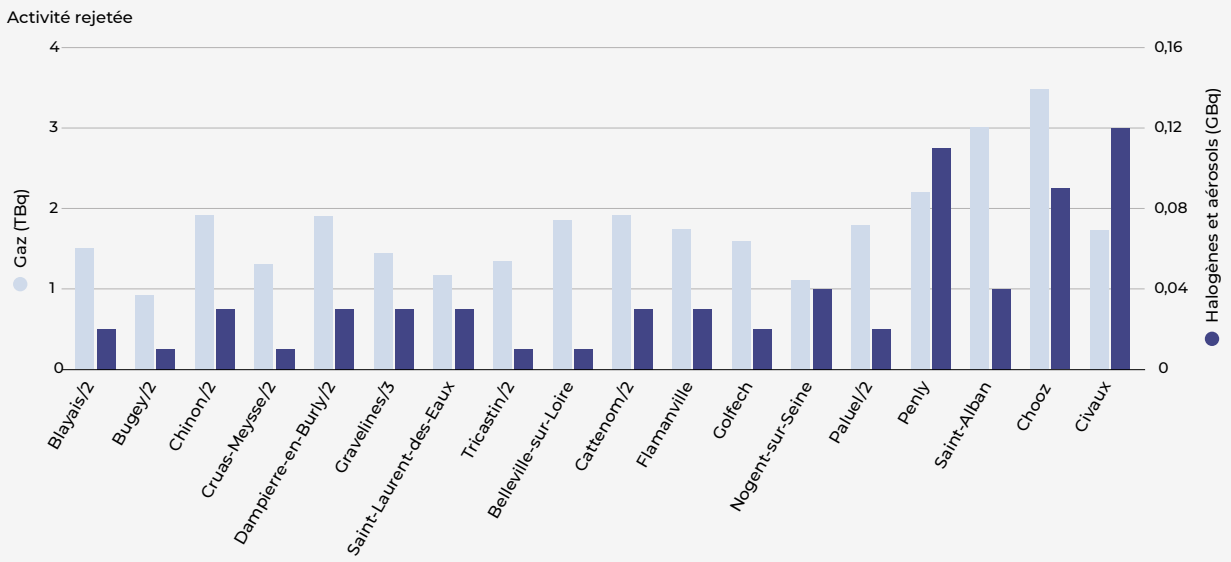
L'ASN contrôle les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par EDF pour gérer les substances dangereuses présentes dans ses installations et pour faire face à une éventuelle pollution.

En 2021, l'ASN a mené une campagne d'inspections de l'organisation de 11 centrales nucléaires et de leur capacité à confiner des

GRAPHIQUE 3 **Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2021 (par paire de réacteurs)**



GRAPHIQUE 4 **Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2021 (par paire de réacteurs)**



Chaque site pouvant avoir un nombre de réacteurs différent, pour permettre la comparaison d'un site à l'autre, les résultats sont ramenés par « paire de réacteurs ». Cela revient par exemple à : conserver les résultats en l'état pour le site de Golfech, qui a deux réacteurs ; diviser par deux ceux de Chinon, qui a quatre réacteurs (Chinon/2) ; diviser par trois ceux de Gravelines, qui a six réacteurs (Gravelines/3). Par ailleurs, les données de rejets de chaque site, transmises par EDF à l'ASN, ne sont pas représentatives du temps de fonctionnement des installations ou des activités.

substances dangereuses dans le cadre d'un scénario de déversement accidentel. Ces inspections, essentiellement orientées sur des contrôles de terrain, ont consisté en un exercice inopiné de mise en situation, identique pour toutes les centrales nucléaires. La plupart des centrales nucléaires inspectées disposent d'une organisation et de moyens qui leur permettent de confiner un volume important de pollution. Ces inspections ont permis d'identifier des actions correctives à mettre en œuvre rapidement dans chaque installation. Par ailleurs, EDF doit poursuivre les travaux conséquents qu'elle a entrepris pour renforcer les capacités de confinement sur certains sites.

L'ASN a également mené une campagne d'inspections auprès des centrales nucléaires qui sont les plus émettrices d'hexafluorure de soufre (SF_6) qui est un gaz à fort effet de serre. Ce gaz est utilisé dans les centrales nucléaires comme isolant électrique dans les équipements de distribution d'électricité. Dans le cadre de cette campagne de contrôle, l'ASN s'est assurée qu'EDF avait mis en œuvre un plan d'action visant à traiter les sources de fuite. L'organisation et le plan de résorption, reposant sur des moyens de prévention, de détection et de réparation réactive, mis en place par les centrales nucléaires sont satisfaisants. L'ASN considère qu'EDF doit rester pleinement mobilisée sur la mise en œuvre de ce plan d'action.

L'ASN a constaté en 2021, dans la continuité des années précédentes, que la gestion des rejets reste maîtrisée par la plupart des sites. Cependant, certains événements traduisent des fragilités ponctuelles.

Enfin, en matière de gestion des déchets, les contrôles menés par l'ASN font apparaître que la gestion opérationnelle des déchets doit encore être améliorée. L'ASN constate encore lors de ses inspections des signalétiques manquantes, des non-respects des référentiels d'exploitation, notamment sur les aires extérieures, et des entreposages de déchets sur des espaces non autorisés.

2.6 La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des centrales nucléaires est déterminante au cours de toutes les étapes du cycle de vie des installations (conception, construction, mise en service, fonctionnement, démantèlement).

2.6.1 Le fonctionnement des organisations

Le système de gestion intégrée

L'arrêté du 7 février 2012 prévoit que l'exploitant dispose des compétences techniques pour assurer la maîtrise des activités d'exploitation. Parmi celles-ci, le traitement des événements significatifs requiert la réalisation d'une analyse approfondie des causes organisationnelles et humaines, en sus des causes techniques.

Par ailleurs, cet arrêté prescrit à l'exploitant de définir et de mettre en œuvre un système de gestion intégrée (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la protection des intérêts sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Ce SGI doit préciser les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

La maîtrise des activités sous-traitées

Les activités de maintenance et de modification des réacteurs français sont en grande partie sous-traitées par EDF à des entreprises extérieures. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares et par la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

Le choix d'EDF de recourir à la sous-traitance ne doit pas remettre en cause les compétences techniques qu'elle doit conserver pour exercer sa responsabilité d'exploitant en matière de protection des personnes et de l'environnement et être en mesure de surveiller effectivement la qualité des travaux effectués par les sous-traitants. Une sous-traitance mal maîtrisée est en effet susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants.

EDF met en place les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés aux activités sous-traitées et les actualise régulièrement. EDF a ainsi renforcé la préparation des arrêts de réacteur afin, notamment, de sécuriser la disponibilité des ressources humaines et matérielles.

2.6.2 L'évaluation du fonctionnement des organisations et de la maîtrise des activités

L'ASN s'intéresse aux conditions qui favorisent ou pénalisent la contribution des intervenants et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. Elle définit les facteurs organisationnels et humains (FOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui vont avoir une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

Le contrôle de l'ASN sur le fonctionnement des organisations mises en place par EDF vise les modalités de mise en œuvre du SGI. En particulier, l'ASN s'assure que les démarches de conception ou de modification mises en œuvre par les centres d'ingénierie au moment de la conception d'une nouvelle installation ou de la modification d'une installation existante prennent en compte le besoin des utilisateurs et les organisations qui vont l'exploiter.

Plus largement, l'ASN contrôle l'organisation mise en œuvre par EDF pour gérer les ressources nécessaires à la réalisation de ces activités.

Les remarques exprimées lors d'inspections font l'objet de demandes d'actions correctives.

L'organisation globale

EDF a été en mesure d'adapter de manière satisfaisante ses organisations ainsi que certaines pratiques professionnelles afin de faire face aux conséquences de la pandémie de Covid-19. Les principales difficultés identifiées ont concerné des reports de programmes de formation.

L'ASN a poursuivi en 2021 sa campagne d'entretiens dits « d'explicitation » amorcée en 2020, pour inviter les personnels à s'exprimer sur leur vécu et leurs conditions de travail au quotidien. L'ASN a pu noter au travers de ces échanges que les personnels étaient plutôt satisfaits de leurs conditions de travail mais a aussi relevé, notamment pour les métiers de la conduite et de la maintenance, des difficultés opérationnelles récurrentes concernant plus particulièrement les phases de préparation des activités (modifications des plannings accentuant la pression temporelle, problèmes de logistique et de mise à disposition des outils et des pièces de rechange, documentation opérationnelle inadaptée ou trop volumineuse). Ces difficultés ont pour conséquence la dégradation de la préparation des activités (insuffisance de la qualité des analyses de risque et de la prise en compte du REX, manque d'appropriation de la documentation) qui se répercute directement sur la qualité des activités en salle de commande ou sur le terrain.

La gestion des compétences

Malgré les difficultés liées à la pandémie de Covid-19 et le retard à rattraper en ce qui concerne certaines formations (opérateurs de la conduite, ingénieurs sûreté), l'organisation mise en place par les sites pour gérer les compétences, les habilitations et la formation est restée globalement satisfaisante.

La bonne dynamique dans la déclinaison et l'appropriation des référentiels métiers (référentiels identifiant les missions de chaque métier et le parcours de formation associé) au niveau des sites s'est confirmée en 2021, ainsi que le bon fonctionnement des instances dédiées à la programmation et au suivi des formations (service commun de formation, comités de formation à plusieurs niveaux de l'organisation).

Même si le bilan global en matière de compétences est plutôt positif, l'ASN a relevé régulièrement en 2021 des fragilités dans le domaine des compétences, notamment en ce qui concerne la conduite des installations. Certaines lacunes sont persistantes depuis plusieurs années (maîtrise des processus, connaissances des équipements et des modifications matérielles) sur une grande majorité des sites. Des fragilités, notamment en lien avec les activités de lignage et de consignation, ont même tendance à s'aggraver.

La surveillance des activités sous-traitées

L'ASN contrôle les conditions de préparation (calendrier, ressources requises, etc.) et d'exercice des activités sous-traitées (relations avec l'exploitant, surveillance par l'exploitant, etc.). Elle vérifie aussi que les intervenants disposent des moyens nécessaires (outils, documents opératoires, etc.) à l'accomplissement de leur activité, notamment lorsque ces moyens sont mis à disposition par EDF.

La surveillance des activités sous-traitées a été plutôt satisfaisante en 2021, notamment grâce au bon déploiement de l'outil d'aide à l'établissement des programmes de surveillance et à la réalisation des actions de surveillance. Toutefois, les inspections relèvent toujours des fragilités sur certains sites (surveillance trop axée sur l'assurance qualité et les règles de sécurité et pas assez sur le geste technique et la spécificité des activités, plans de surveillance inadaptés ou réalisés qu'en partie). Ces difficultés conduisent à ce que la surveillance ne constitue pas toujours une ligne de défense efficace vis-à-vis des défaillances potentielles des prestataires.

La maîtrise de la documentation opérationnelle

L'ASN considère que la documentation opérationnelle n'est toujours pas à l'attendu en 2021. Il s'agit d'un problème de fond qui est récurrent depuis plusieurs années. Les inspections ont encore relevé en 2021 de nombreux événements comptant parmi leurs causes profondes des problèmes documentaires. Les fragilités identifiées sont de natures diverses (documentation pas assez synthétique, non explicite, incomplète ou inexistante) et ont des conséquences sur un large éventail d'activités, dont les activités de conduite (essais périodiques, consignations et condamnations administratives, lignages) et de maintenance (contrôles techniques, interventions sur équipements, requalifications, manœuvres en local).

Ces fragilités restent en bonne partie liées à des dysfonctionnements organisationnels dans le processus de création et de mise à jour de la documentation, et compromettent potentiellement le rôle de ligne de défense du support documentaire.

Le processus de retour d'expérience

Toutes les centrales nucléaires ont mis en place une organisation formelle et des outils dédiés pour piloter et animer le REX interne et externe. Les inspections ciblées sur la gestion du REX ont souligné de manière générale l'engagement des directions des centrales nucléaires sur ce sujet. L'ensemble des personnes rencontrées, y compris les entreprises extérieures, a montré une bonne implication dans le processus. Des fragilités persistent cependant sur certains points clés de ce processus, comme la prise en compte du REX dans les phases de préparation des activités ou la remontée des difficultés rencontrées sur le terrain (qualité des débriefings trop inégales en fonction des métiers).

Par ailleurs, l'ASN constate que les revues annuelles de processus menées par les sites sont très pertinentes, avec de bonnes capacités de la part des acteurs à identifier les faiblesses dans la gestion du REX. Toutefois, le suivi des actions correctives issues des différents diagnostics en lien avec les faiblesses identifiées et leur récurrence est à améliorer.

Les examens par l'ASN de rapports d'événements déclarés en 2021 n'ont pas mis en évidence de fragilité particulière quant à la compétence des équipes en charge de l'analyse approfondie des événements significatifs. La qualité et la disponibilité des ressources affectées aux analyses sont satisfaisantes sur l'ensemble des sites, que ce soit en matière d'effectif ou de compétence. L'implication des compétences en matière de FOH dans la phase d'analyse est satisfaisante pour la majorité des sites.

2.7 La radioprotection des personnels

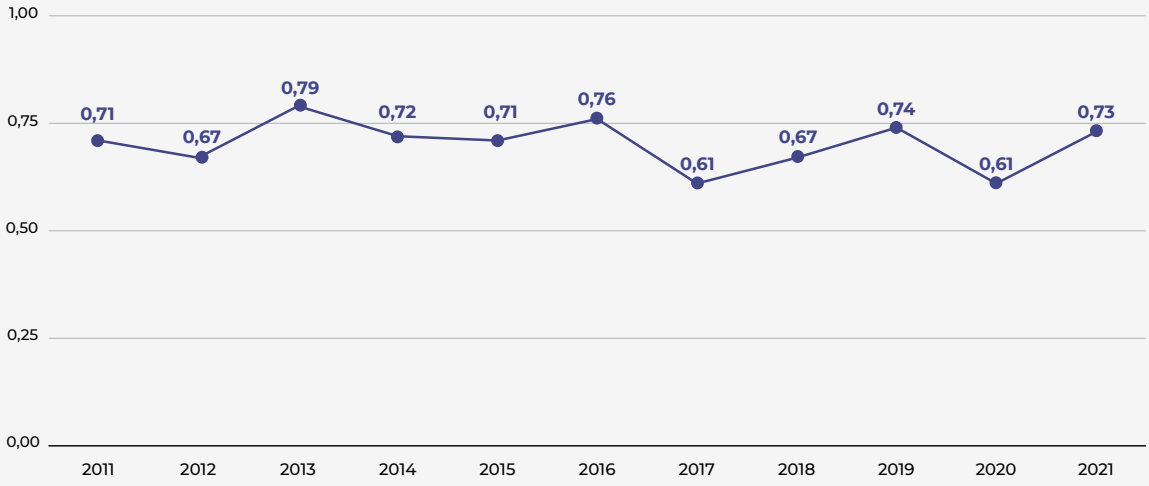
2.7.1 L'exposition des personnels aux rayonnements ionisants

L'exposition aux rayonnements ionisants dans un réacteur électronucléaire provient majoritairement de l'activation des produits de corrosion du circuit primaire et des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnements sont présents (neutrons, α, β et γ), avec un risque d'exposition externe et interne. Dans la pratique, plus de 90 % des doses reçues proviennent des expositions externes aux rayonnements β et γ. Les expositions sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteur.

La dosimétrie collective moyenne sur l'ensemble des réacteurs (graphique 5), ainsi que la dose moyenne reçue par les travailleurs pour une heure de travail en zone contrôlée (graphique 6) ont augmenté en 2021 par rapport à l'année 2020, qui avait été marquée par plusieurs reports d'arrêts de réacteurs. Ces valeurs atteignent un niveau comparable à 2019, avant la pandémie.

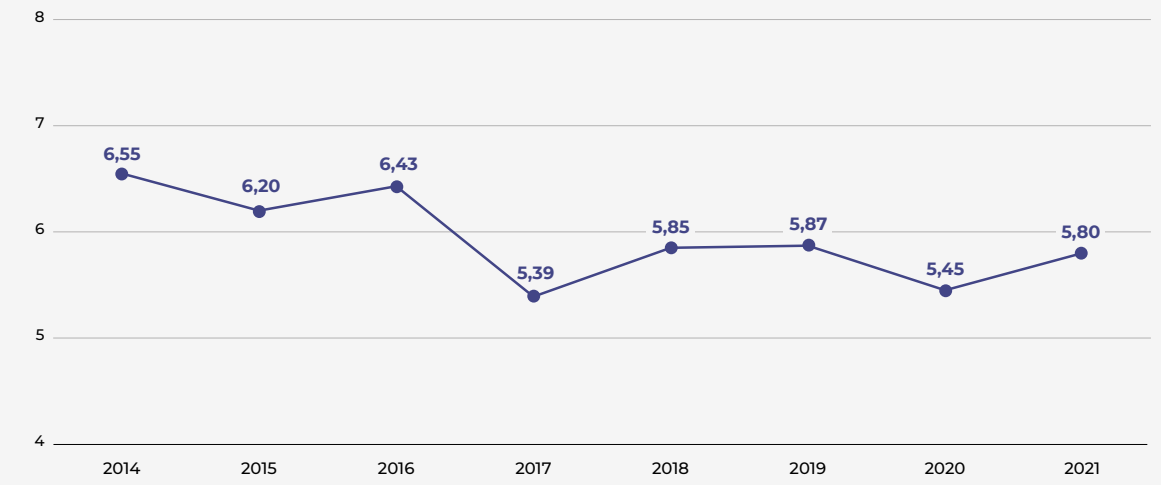
Les doses reçues par les travailleurs sont réparties selon une distribution illustrée ci-après par les graphiques 7 et 8.

GRAPHIQUE 5 **Dose collective moyenne par réacteur (Homme.Sv/réacteur)**



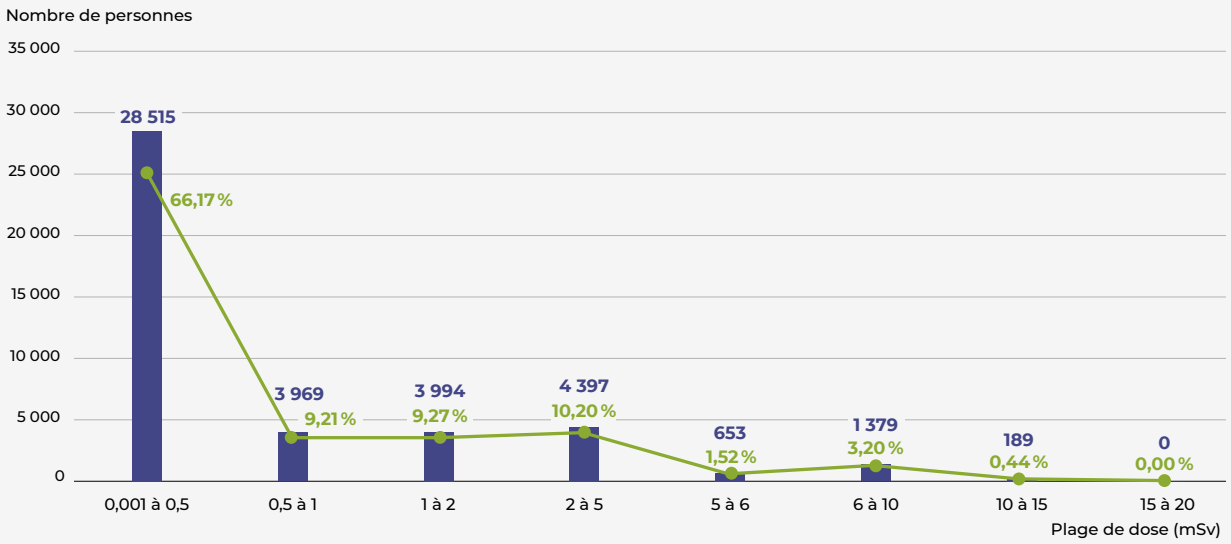
Ce graphique intègre les données de radioprotection de la centrale nucléaire de Fessenheim jusqu'en 2020.
Source : EDF.

GRAPHIQUE 6 **Dose collective pour une heure de travail en zone contrôlée (en µSv)**



Source : EDF.

GRAPHIQUE 7 **Nombre et pourcentage d'intervenants par plage de dose (en mSv) sur l'année 2021**



Source : EDF.

Le graphique 8 présente la répartition des intervenants en fonction de la dosimétrie externe pour le corps entier. Comme en 2020, la dosimétrie de 75 % des travailleurs exposés a été inférieure à un millisievert (mSv) en 2021, ce qui correspond à la limite réglementaire annuelle pour le public. Aucun dépassement de la limite réglementaire annuelle relative à la dosimétrie externe pour le corps entier (20 mSv) n'a été relevé en 2021.

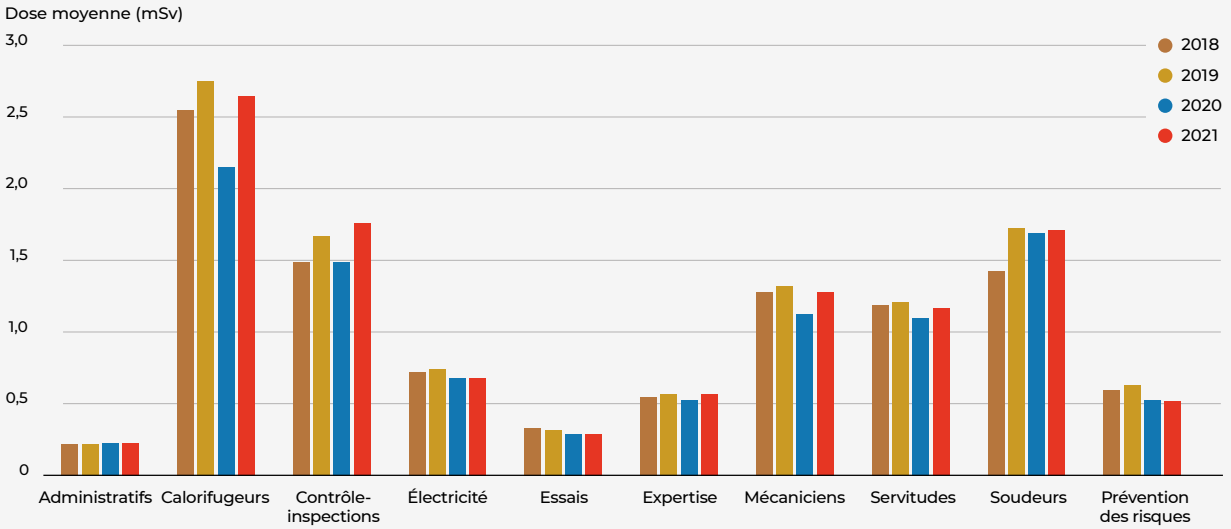
Le graphique 8 présente l'évolution de la dosimétrie individuelle moyenne pour le corps entier en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires. Comme les années précédentes, les catégories de travailleurs les plus exposés sont les personnels chargés du calorifugeage, du soudage, du contrôle, de la mécanique et des servitudes. Les doses enregistrées par les travailleurs les plus exposés sont en augmentation par rapport à l'année 2020.

Les événements de contamination significative

Le nombre d'événements de contamination significative des travailleurs dans les centrales nucléaires a diminué en 2021 : quatre événements ont été déclarés en 2021, contre huit au cours de l'année 2020 et sept au cours de l'année 2019. Parmi ces événements, trois ont entraîné une exposition supérieure au quart de la limite réglementaire annuelle par centimètre carré de peau et ont été classés au niveau 1 sur l'échelle INES. Le quatrième événement a concerné une exposition supérieure à la limite réglementaire pour la peau et a été classé au niveau 2 sur l'échelle INES (voir encadré).

Les travailleurs concernés par ces événements ont été pris en charge, les particules radioactives responsables de leur contamination ont été retirées, conformément à la procédure prévue par EDF.

GRAPHIQUE 8 **Évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires**



Ce graphique intègre les données de radioprotection de la centrale nucléaire de Fessenheim jusqu'en 2020.

Source : EDF.

CONTAMINATION EXTERNE D'UN INTERVENANT À LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS-MEYSSE

Le 24 août 2021, lors du contrôle réalisé à la sortie de la zone contrôlée du bâtiment du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Cruas-Meysse, une contamination d'un intervenant a été détectée. Il a été immédiatement pris en charge par le service médical, qui a localisé la particule radioactive à l'origine de cette contamination au niveau de la nuque. La particule a été retirée.

Malgré les investigations menées sur le parcours suivi par l'intervenant, les zones ou les points de contamination qui ont pu être à l'origine de cette contamination n'ont pas pu être déterminés.

En conséquence, EDF a procédé à une évaluation de la dose reçue en considérant que la particule était présente dès l'entrée de l'intervenant dans le bâtiment réacteur jusqu'à son retrait. Cette évaluation atteint, au niveau de la nuque de l'intervenant, une valeur supérieure à la limite réglementaire fixée pour la dose équivalente peau (500 mSv pour une surface de 1 cm^2 de peau).

L'ASN a mené une inspection sur le site le 31 août 2021. Les inspecteurs ont vérifié qu'EDF avait pris toutes les mesures nécessaires pour gérer l'événement de manière adéquate et pour en analyser les causes.

En raison du dépassement d'une limite réglementaire d'exposition d'un travailleur, cet événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES (graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité). Le précédent événement significatif pour la radioprotection (ESR) de niveau 2 déclaré par une centrale nucléaire d'EDF remontait à 2015.

2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des personnels

L'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la protection des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel d'EDF que celui des entreprises prestataires.

Ce contrôle est réalisé lors d'inspections une à deux fois par an et par centrale nucléaire spécifiquement sur le thème de la radioprotection, et lors des arrêts des réacteurs ainsi qu'à la suite d'événements significatifs ou plus ponctuellement dans les services centraux et centres d'ingénierie d'EDF. Il est aussi réalisé à l'occasion de l'instruction de dossiers relatifs à la radioprotection des travailleurs (rapports d'événement significatif, dossiers de conception, de maintenance ou de modification, documents d'application de la réglementation élaborés par EDF, etc.).

Au cours des inspections menées en 2021, l'ASN a constaté des améliorations de la prise en compte de la radioprotection sur plusieurs centrales nucléaires. Des progrès sont notamment à noter en ce qui concerne la démarche d'optimisation des doses. La gestion des accès et de la délimitation des zones contrôlées rouges, processus sensible au regard des débits d'équivalent de dose élevés susceptibles d'y être reçus (supérieur à 100 mSv/h), s'est également améliorée.

Néanmoins, lors des inspections menées sur les chantiers en zone contrôlée, les inspecteurs de l'ASN ont constaté de manière récurrente l'absence de matériels de contrôle radiologique et des moyens de confinement non conformes aux règles en vigueur et ont formulé des demandes d'actions correctives. Des écarts aux règles de radioprotection, en particulier en matière de respect du contrôle de la contamination en sortie de zone contrôlée ou contaminée, continuent d'être observés. La mise en œuvre d'actions de la part d'EDF visant à résorber ces écarts doit être poursuivie. La situation demeure préoccupante sur certaines centrales nucléaires, pour lesquelles l'ASN maintiendra sa vigilance.

Compte tenu des événements de contamination significative de travailleurs survenus en 2021 et des écarts constatés sur le terrain, l'ASN poursuivra en 2022 ses contrôles sur la prévention de la dissémination de la contamination radioactive, ainsi que sur les procédures de prise en charge des contaminés afin de vérifier que les temps de prise en charge permettent de diminuer le temps d'exposition des travailleurs.

2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires

2.8.1 Le contrôle du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les missions d'inspection du travail dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. 800 à 2 000 personnes travaillent dans chaque centrale nucléaire. Environ 24 000 salariés d'EDF et 23 000 salariés des entreprises prestataires sont ainsi affectés sur ces sites nucléaires.

L'inspection du travail a pour mission de veiller à l'application de l'ensemble du code du travail par les employeurs, qu'il s'agisse d'EDF ou des entreprises prestataires.

L'inspection du travail, qui contribue à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN, mène ses actions de contrôle en lien avec les autres activités de contrôle de la sûreté des installations et de la radioprotection.

Le contrôle de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail

Tout au long de l'année 2021, les inspecteurs du travail de l'ASN ont été sollicités à la fois par les employeurs, les salariés, les représentants du personnel d'EDF et des entreprises prestataires sur les protections à mettre en place sur les lieux de travail et les conditions de continuité de leurs activités sur les sites. L'appui de l'inspection du travail aux employeurs et aux commissions santé, sécurité et conditions de travail des comités sociaux et économiques pour l'information et l'explication des mesures gouvernementales en lien avec la pandémie de Covid-19 a été important.

Parallèlement, les actions se sont poursuivies concernant les chantiers présentant des risques liés à la présence d'amiante, la conformité des équipements de travail et plus spécialement les appareils de levage, les risques d'incendie et d'explosion et l'amélioration des conditions d'aération et de ventilation des locaux de travail.

Enfin, les inspecteurs du travail engagent systématiquement des enquêtes en cas d'accident grave ou de presque accident grave.

2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

Certaines situations de risques professionnels, tels que les risques liés aux équipements de travail et particulièrement aux appareils de levage, les risques d'explosion et d'incendie et les risques électriques, doivent encore s'améliorer.

Un focus particulier a été porté cette année sur les vérifications des installations électriques qu'EDF est tenue de faire réaliser au titre du code du travail, avec la réalisation d'inspections sur ce thème sur l'ensemble des centrales nucléaires. Les différents contrôles menés par les inspecteurs du travail ont permis de mettre en évidence des faiblesses dans l'organisation des sites pour permettre le bon déroulement des vérifications électriques ou pour coordonner ces vérifications entre les différentes entités d'EDF.

L'inspection du travail constate par ailleurs encore des situations ponctuelles de non-prise en compte du risque lié à la présence d'amiante avant travaux pour éviter les expositions accidentelles.

Des progrès sont encore attendus en 2022 dans le domaine de la gestion de la coactivité (qualité des plans de prévention notamment), du recours à la sous-traitance et des situations de détachement de salariés étrangers.

L'ASN relève une dégradation au second semestre 2021 de la situation en matière de santé et de la sécurité au travail, dans un contexte de charge industrielle importante. Cette dégradation s'est traduite par un nombre d'accidents en hausse et parmi eux de nombreux événements « à haut potentiel sécurité » ou « presque accidents » dont les conséquences auraient pu être importantes. Des défauts d'évaluation des risques liés aux activités, des comportements individuels inappropriés vis-à-vis des règles élémentaires de sécurité et des manques de maîtrise des consignations électriques d'équipements sont les principales causes relevées.

Des rappels ont été faits par les inspecteurs du travail sur le respect des durées maximales du travail et sur le fait que les dérogations ne pouvaient être accordées que pour des motifs fondés et de façon relativement exceptionnelle.

Des actions ont été menées en 2021 en matière de contrôle des déclarations et des conditions de détachement des salariés d'entreprises étrangères. Plusieurs enquêtes relatives au transfert de contrats de travail ont par ailleurs été conduites lors du changement de prestataires sur les sites.

En 2021, trois procédures de sanctions administratives ont été initiées par les inspecteurs du travail et transmises aux directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités, qui ont le pouvoir de prononcer les sanctions en ce domaine :

- deux procédures de sanctions pour non-respect des durées maximales de travail et absence de système de décompte fiable de la durée du travail ;
- une procédure de sanctions pour manquements en matière de détachement de travailleurs étrangers.

2.9 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

2.9.1 L'âge des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement en France ont été construites sur une période de temps assez courte : 45 réacteurs électronucléaires représentant près de 50 000 MWe, soit les trois quarts de la puissance délivrée par l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, ont été mis en service entre 1980 et 1990, et sept réacteurs, représentant 10 000 MWe, entre 1991 et 2000. En décembre 2021, la moyenne d'âge des 56 réacteurs en fonctionnement, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 39 ans pour les 32 réacteurs électronucléaires de 900 MWe ;
- 34 ans pour les 20 réacteurs électronucléaires de 1 300 MWe ;
- 24 ans pour les quatre réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe.

2.9.2 Le réexamen périodique

Le principe du réexamen périodique

Tous les 10 ans, EDF doit procéder au réexamen périodique de ses installations. Les réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires comportent les deux volets suivants :

- la vérification de l'état de l'installation et de sa conformité : cette étape vise à évaluer la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables. Elle s'appuie sur un ensemble de contrôles et d'essais complémentaires à ceux réalisés au fil de l'eau. Ces vérifications peuvent comprendre des revues de conception, ainsi que des contrôles sur le terrain de matériels ou encore des essais décennaux comme les épreuves des

CHRONOLOGIE DE PREMIÈRE DIVERGENCE DES RÉACTEURS ÉLECTRONUCLÉAIRES FRANÇAIS

Date de 1re divergence									Puissance totale
1978	Bugey 2	Bugey 3							1800 MWe
1979	Bugey 4	Bugey 5							1800 MWe
1980	Tricastin 1	Gravelines 1	Tricastin 2	Tricastin 3	Gravelines 2	Dampierre 1	Gravelines 3	Saint-Laurent B1	7200 MWe
1981	Dampierre 2	Saint-Laurent B2	Blayais 1	Dampierre 3	Tricastin 4	Gravelines 4	Dampierre 4		6300 MWe
1982	Blayais 2	Chinon B1							1800 MWe
1983	Cruas 1	Blayais 4	Blayais 3	Chinon B2					3600 MWe
1984	Cruas 3	Paluel 1	Cruas 2	Paluel 2	Gravelines 5	Cruas 4			6200 MWe
1985	Saint-Alban 1	Paluel 3	Gravelines 6	Flamanville 1					4800 MWe
1986	Paluel 4	Saint-Alban 2	Flamanville 2	Chinon B3	Cattenom 1				6100 MWe
1987	Cattenom 2	Nogent 1	Belleville 1	Chinon B4					4800 MWe
1988	Belleville 2	Nogent 2							2600 MWe
1990	Cattenom 3	Penly 1	Golfech 1						3900 MWe
1991	Cattenom 4								1300 MWe
1992	Penly 2								1300 MWe
1993	Golfech 2								1300 MWe
1996	Chooz B1								1450 MWe
1997	Chooz B2	Civaux 1							2900 MWe
1999	Civaux 2								1450 MWe

900 MWe 1300 MWe 1450 MWe

Source : ASN.

enceintes de confinement. Les éventuels écarts détectés lors de ces investigations font ensuite l'objet de remises en conformité dans des délais adaptés aux enjeux. La maîtrise du vieillissement est également intégrée à ce volet du réexamen ;

- la réévaluation de sûreté : cette étape vise à améliorer le niveau de sûreté en tenant compte notamment de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des exigences applicables aux installations les plus récentes, ainsi que des meilleures pratiques internationales. À l'issue des études de réévaluation, EDF identifie les modifications de ses installations qu'elle compte mettre en œuvre pour en renforcer la sûreté.

Le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires d'EDF

Afin de tirer bénéfice de la standardisation de ses réacteurs électronucléaires, EDF met en œuvre tout d'abord un programme d'études génériques pour un type de réacteur donné (réacteurs de 900 MWe, de 1 300 MWe ou de 1 450 MWe). Les résultats de ce programme sont ensuite déclinés sur chacun des réacteurs électronucléaires à l'occasion de leur réexamen périodique. En particulier, EDF réalise une partie importante des contrôles et des modifications liés aux réexamens périodiques lors des visites décennales de ses réacteurs. Conformément aux dispositions de l'article L. 593-19 du code de l'environnement, à l'issue de ce réexamen, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusion du réexamen périodique. Dans ce rapport, l'exploitant prend position sur la conformité de son installation et détaille les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation et précise, le cas échéant, les améliorations complémentaires qu'il mettra en œuvre.

L'analyse de l'ASN

L'ASN instruit les réexamens périodiques en plusieurs étapes. Elle prend tout d'abord position sur les objectifs du réexamen et les orientations des programmes génériques de vérification de l'état de l'installation et de la réévaluation de la sûreté proposée par EDF, après avoir recueilli l'avis des groupes permanents d'experts (GPE).

Sur cette base, EDF réalise les études de réévaluation de la sûreté et définit les modifications à mettre en œuvre. L'ASN prend ensuite position sur les résultats de ces études et sur ces modifications, après avoir consulté à nouveau les GPE. Cette position clôt la phase générique du réexamen, commune à tous les réacteurs.

Cette appréciation générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités individuelles, l'ASN se prononce sur l'aptitude à la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur électronucléaire, en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles de conformité et sur l'évaluation du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur remis par EDF. À la suite de l'instruction du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur, l'ASN communique son analyse au ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle peut édicter de nouvelles prescriptions pour encadrer la poursuite de son fonctionnement.

La loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte a complété le cadre applicable aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires. Elle a notamment soumis à autorisation de l'ASN, après enquête publique, les dispositions proposées par l'exploitant lors des réexamens périodiques au-delà de la 35e année de fonctionnement

LE VIEILLISSEMENT DES ÉQUIPEMENTS DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Comme dans toute installation industrielle, les équipements des centrales nucléaires sont sujets au vieillissement. Ce vieillissement résulte de phénomènes physiques (corrosion des métaux, durcissement des polymères, durcissement de certains aciers sous l'effet de l'irradiation ou de la température, gonflement de certains bétons, etc.) qui peuvent dégrader leurs caractéristiques en fonction de leur âge ou de leurs conditions d'exploitation. Ces dégradations obligent l'exploitant à réparer ou remplacer des matériels ou à limiter la durée de vie des équipements irremplaçables, tels que la cuve (voir point 2.2.3).

Le processus de maîtrise du vieillissement mis en place par EDF s'appuie sur trois axes principaux : l'anticipation des effets du vieillissement dès la conception, la surveillance de l'état réel de l'installation et la réparation ou le remplacement des matériels dégradés par les effets du vieillissement. En particulier, les équipements importants pour la sûreté font l'objet, avant d'être installés, d'un processus de qualification visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions correspondant aux situations dans lesquelles ils seront nécessaires, en particulier les situations d'accident.

La maîtrise du vieillissement des matériels, ainsi que celle du risque d'obsolescence – qui désigne les difficultés liées au maintien dans le temps de l'approvisionnement en pièces de rechange – sont essentielles au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant. Elles contribuent également au maintien dans le temps de la conformité des réacteurs.

Dans le cadre de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur quatrième réexamen périodique, la maîtrise du vieillissement a fait l'objet d'une attention particulière de la part de l'ASN. Les dispositions mises en œuvre ou prévues par EDF pour assurer la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence sont satisfaisantes. Toutefois, l'ASN a demandé que, sans retarder leur démantèlement, l'arrêt définitif des réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim soit mis à profit pour vérifier l'absence de phénomènes de dégradation ou de vieillissement non prévus, en particulier sur des parties difficilement accessibles.

d'un réacteur électronucléaire. Cinq ans après la remise du rapport de réexamen, l'exploitant remet également un rapport intermédiaire sur l'état des équipements, au vu duquel l'ASN complète éventuellement ses prescriptions.

2.9.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

Les réacteurs de 900 MWe

Le troisième réexamen périodique

En juillet 2009, l'ASN a pris position sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 900 MWe au-delà de leur troisième réexamen périodique. L'ASN n'a pas identifié d'élément générique remettant en cause la capacité d'EDF à maîtriser la sûreté des réacteurs de 900 MWe jusqu'au prochain réexamen périodique. Elle considère que le nouveau référentiel de sûreté présenté dans le rapport de sûreté générique des réacteurs de 900 MWe et les modifications de l'installation envisagées par EDF sont de nature à maintenir et à améliorer le niveau de sûreté global de ses réacteurs électronucléaires.

EDF a achevé en 2021 les troisièmes visites décennales et a remis les rapports de conclusion de réexamen de l'ensemble de ses réacteurs de 900 MWe.

Le quatrième réexamen périodique (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport)

Un réexamen aux enjeux importants

Les 32 réacteurs de 900 MWe d'EDF en fonctionnement ont été mis en service entre 1978 et 1987. Les premiers d'entre eux ont atteint l'échéance de leur quatrième réexamen périodique.

Ce quatrième réexamen périodique présente des enjeux particuliers :

- certains matériels atteignent la durée de vie prise en compte pour leur conception. Les études portant sur la conformité des installations et la maîtrise du vieillissement des matériels doivent donc être réexaminées en prenant en compte les mécanismes de dégradation réellement constatés et les stratégies de maintenance et de remplacement mises en œuvre par EDF ;
- la réévaluation de la sûreté de ces réacteurs et les améliorations qui en découlent doivent être réalisées au regard des objectifs de sûreté des réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées.

Les modifications associées à ce réexamen périodique intégreront celles liées au déploiement du « noyau dur » (voir encadré en page suivante).

Position de l'ASN sur la phase générique du réexamen

EDF a proposé en 2013 à l'ASN des objectifs pour ce réexamen périodique, c'est-à-dire le niveau de sûreté à atteindre pour poursuivre le fonctionnement des réacteurs.

Après instruction, avec l'appui de l'IRSN, des objectifs proposés par EDF et consultation de ses GPE, l'ASN a pris position sur ces objectifs et a formulé des demandes complémentaires en avril 2016. EDF a complété son programme de travail et présenté en 2018 à l'ASN les mesures qu'elle envisage pour répondre à ces demandes.

L'ASN a finalisé en 2020, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des études génériques liées à ce réexamen. Elle a pris position, au début de l'année 2021, sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs.

Le déploiement du réexamen périodique sur les sites

EDF a réalisé la première des quatrièmes visites décennales en 2019 (réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin). Fin 2021, EDF a réalisé ou engagé sept de ces visites décennales. Ces visites constituent une étape majeure des quatrièmes réexamens périodiques. Pendant ces arrêts, EDF réalise les contrôles attendus et déploie la majeure partie des améliorations de sûreté associées au réexamen.

L'association du public à chaque étape

Pour ce réexamen, l'ASN a associé le public dès 2016 pour l'élaboration de sa position sur les objectifs proposés par EDF. Cette démarche s'est poursuivie en 2018, sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN), sous la forme d'une concertation sur les dispositions prévues par EDF pour répondre à ces objectifs. L'ASN a consulté également le public fin 2020 sur son projet de décision prescrivant les conditions de la poursuite de fonctionnement de ces réacteurs. Conformément à la loi, une enquête publique sera ensuite effectuée, réacteur par réacteur, après la remise du rapport de conclusion du réexamen de chacun d'eux.

Ainsi, l'ASN prendra position sur la poursuite de fonctionnement du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin après la réalisation en 2022 de cette enquête publique.

MISE EN PLACE D'UN « NOYAU DUR » DE DISPOSITIONS MATÉRIELLES ET ORGANISATIONNELLES POUR LA GESTION DES SITUATIONS EXTRÊMES

Les dispositions déployées dans le cadre du REX de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, en particulier les DUS et les sources d'eau ultimes, sont complétées lors des réexamens périodiques par la mise en œuvre d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles.
Ce « noyau dur » vise, en cas de situation extrême, à :
- prévenir un accident avec fusion du combustible ou en limiter la progression ;
- limiter les rejets radioactifs massifs ;
- permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une situation d'urgence.

Les mesures les plus importantes sont :
- l'ajout d'une nouvelle pompe d'appoint au circuit primaire ;
- l'ajout d'un nouveau moyen d'injecter de l'eau borée dans le circuit primaire lorsque ce dernier est à haute pression ;
- l'achèvement des raccordements par des circuits fixes de l'alimentation ultime en eau des GV et de l'appoint ultime en eau à la piscine d'entreposage du combustible ;
- l'ajout d'un système de refroidissement complémentaire de la piscine d'entreposage du combustible, qui s'appuie en partie sur des moyens mobiles ;
- la mise en place d'une disposition ultime de refroidissement de l'enceinte de confinement, qui s'appuie en partie sur des moyens mobiles, afin d'éviter l'ouverture de l'évent filtré de cette enceinte en cas d'accident grave ;
- la mise en place d'une disposition visant à stabiliser le corium sur le radier, en cas d'accident avec fusion du cœur et percée de la cuve ;
- la mise en place d'un système de contrôle-commande ultime et de l'instrumentation nécessaire.

Depuis 2019, ces dispositions sont en cours de déploiement dans le cadre des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe. En particulier, la disposition ultime de refroidissement de l'enceinte de confinement, la disposition visant à stabiliser le corium sur le radier, en cas d'accident avec fusion du cœur, et le système de refroidissement complémentaire de la piscine d'entreposage du combustible sont installés dès les quatrièmes visites décennales.

Les réacteurs de 1300 MWe

Le troisième réexamen périodique

L'ASN a pris position début 2015 sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de 30 années de fonctionnement. À cette occasion, l'ASN a souligné l'importance des modifications apportées par EDF à l'issue de leur troisième réexamen périodique. EDF déploie notamment dans le cadre de ce réexamen des modifications matérielles et de conduite en vue de limiter les conséquences des accidents de rupture d'un tube de GV, de prévenir l'occurrence des accidents graves avec perte précoce du confinement, et de réduire le risque de dénoyage des assemblages de combustible présents dans la piscine d'entreposage. Concernant les agressions, EDF modifie ses installations afin de garantir le fonctionnement des équipements nécessaires à la sûreté de ses réacteurs en cas de canicule, de protéger les matériels importants pour la sûreté à l'encontre des projectiles induits par des vents violents et de prévenir les risques d'explosion induits en cas de séisme.

Dans le cadre de la conclusion de la phase générique de ce réexamen, l'ASN a formulé en 2021 des demandes complémentaires applicables à tous les réacteurs de 1300 MWe, visant à renforcer leur sûreté.

En 2021, le réacteur 1 de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire ainsi que le réacteur 3 de la centrale nucléaire de Cattenom ont réalisé leur troisième visite décennale. Les troisièmes visites décennales des autres réacteurs de 1300 MWe se dérouleront jusqu'en 2024.

Le quatrième réexamen périodique

En juillet 2017, EDF a présenté un dossier présentant les orientations envisagées pour la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. En 2019, l'ASN a pris position sur ces orientations, après avoir associé le public et consulté le GPR le 22 mai 2019. L'ASN considère que les objectifs généraux retenus par EDF pour ce réexamen sont acceptables dans leur principe. Ils visent notamment l'absence de mise en œuvre de mesure de protection de la population pour les accidents de dimensionnement, et pour les accidents graves à tendre vers des mesures de protection des populations limitées dans l'espace et dans le temps. Concernant la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible, l'ASN a demandé à EDF de retenir comme objectif l'absence de découvrement des assemblages, et de ramener à terme et de maintenir durablement l'installation dans un état correspondant à une absence d'ébullition de l'eau de la piscine.

En 2021, l'ASN a poursuivi les expertises réalisées dans le cadre de la phase générique de ce réexamen périodique. Elles ont notamment porté sur les méthodes qui seront employées lors de ce réexamen pour les études de certains accidents et l'évaluation de la robustesse des installations aux agressions. EDF a par ailleurs débuté les études nécessaires à la mise à jour des dossiers de référence réglementaires du CPP et des CSP ; cette mise à jour revêt un caractère particulier dans la mesure où les hypothèses de conception étaient établies initialement pour un fonctionnement de 40 ans.

EDF engagera la première visite décennale associée à ce réexamen fin 2025.

Les réacteurs de 1450 MWe

Le deuxième réexamen périodique

EDF a transmis en 2011 les orientations envisagées pour le programme générique d'études du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1450 MWe, qui portent notamment sur la prévention de la fusion du cœur et la limitation des conséquences des accidents graves.

L'ASN a pris position en février 2015 sur les orientations de ce deuxième réexamen périodique. Elle a notamment demandé à EDF de rechercher des dispositions visant à limiter les conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement et des dispositions à fort impact en termes de prévention et de limitation des conséquences des accidents gaves.

L'instruction de la phase générique de ce réexamen périodique s'est terminée en 2021 et l'ASN prévoit de prendre position sur cette phase générique en 2022.

Les réacteurs B1 et B2 de la centrale nucléaire de Chooz ont réalisé leur deuxième visite décennale en 2019 et 2020. La visite décennale du réacteur 1 de la centrale nucléaire de Civaux a été engagée en 2021. Celle du réacteur 2 est programmée en 2022.

3 // Le contrôle de la sûreté du réacteur EPR de Flamanville

L'EPR est un REP qui s'appuie sur une conception en évolution par rapport à celle des réacteurs actuellement en fonctionnement en France. Il répond à des objectifs de sûreté renforcés : réduction du nombre d'événements significatifs, limitation des rejets, réduction du volume et de l'activité des déchets, réduction des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs (en fonctionnement normal et en situation d'incident), réduction de la fréquence globale de fusion du cœur en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions et réduction des conséquences radiologiques des accidents.

EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande d'autorisation de création d'un réacteur de type EPR, d'une puissance de 1 650 MWe, sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs de 1 300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le décret n° 2007-534 du 10 avril 2007, après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction. Ce décret a été modifié en 2017 et en 2020 pour prolonger le délai alloué à la mise en service du réacteur.

Après la délivrance de ce décret d'autorisation de création et du permis de construire, la construction du réacteur EPR de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007.

EDF prévoit le chargement du combustible et le démarrage du réacteur d'ici mi-2023. Ce délai prend en compte le temps nécessaire, d'une part, aux réparations de certaines soudures des CSP ; d'autre part, à la fin des opérations de montage et d'essai.

3.1 L'instruction des demandes d'autorisation

L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service

EDF a adressé en mars 2015 à l'ASN sa demande d'autorisation de mise en service de l'installation, comprenant le rapport de sûreté, les RGE, une étude sur la gestion des déchets de l'installation, le PUI, le plan de démantèlement et une mise à jour de l'étude d'impact de l'installation. À l'issue d'un examen préliminaire, l'ASN a considéré que l'ensemble des pièces exigées par la réglementation était formellement présent, mais a estimé que des justifications supplémentaires devaient être apportées pour que l'ASN puisse statuer sur la demande d'autorisation de mise en service. L'ASN a engagé l'instruction technique des sujets pour lesquels l'essentiel des éléments était disponible, en formulant des demandes sur certains points.

En juin 2017, l'ASN a reçu des versions mises à jour des dossiers de demande d'autorisation de mise en service et a formulé en 2018 des demandes de compléments, notamment sur les RGE.

L'ASN a recueilli l'avis du GPR les 4 et 5 juillet 2018 sur le rapport de sûreté du réacteur EPR de Flamanville. Cette réunion a été notamment consacrée aux suites données aux précédentes séances du GPR dédiées à ce réacteur depuis 2015. Le groupe permanent a considéré que la démonstration de sûreté du réacteur est globalement satisfaisante et souligne que quelques compléments sont attendus concernant la prise en compte du risque d'incendie et le comportement des crayons de combustible ayant subi une crise d'ébullition. Le GPR a considéré également que la conception et le dimensionnement des systèmes de sauvegarde et des systèmes auxiliaires de sûreté sont globalement satisfaisants et noté que des compléments devaient être apportés concernant les brèches susceptibles d'affecter le système de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible. En 2019 et 2020, au vu de cet avis et des conclusions de ses instructions techniques, l'ASN a formulé des demandes de compléments de démonstration de sûreté nécessaires pour qu'elle puisse se prononcer sur la demande d'autorisation de mise en service.

En juin 2021, EDF a transmis à l'ASN une nouvelle demande d'autorisation de mise en service. Cette demande se substitue à la demande initiale de mars 2015 et comporte une mise à jour complète du dossier annexé à la demande initiale, intégrant certains compléments demandés ainsi que ceux résultant des conclusions des instructions menées depuis 2015.

L'autorisation de mise en service partielle pour l'arrivée du combustible

L'ASN a autorisé le 8 octobre 2020 la mise en service partielle de l'installation pour l'arrivée du combustible sur site. Cette autorisation a permis à EDF de réceptionner et entreposer dans la piscine d'entreposage du combustible les assemblages de combustible qui seront utilisés pour le premier chargement du réacteur. Cette mise en service partielle est l'une des étapes préalables à la mise en service du réacteur EPR de Flamanville, mais ne préjuge pas de cette dernière, qui fait l'objet d'une instruction distincte.

3.2 La construction, les essais de démarrage et la préparation au fonctionnement

Les enjeux du contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- de contrôler de manière proportionnée aux enjeux la qualité d'exécution des activités de fabrication des équipements et de construction de l'installation afin de pouvoir prendre position sur l'aptitude de l'installation à répondre aux exigences définies ;
- de s'assurer que le programme des essais de démarrage est satisfaisant, que les essais sont correctement mis en œuvre et que les résultats sont conformes à l'attendu ;
- de veiller à ce que les différents acteurs tirent le REX de la phase de construction et de réalisation des essais de démarrage, y compris les phases amont (choix et surveillance des prestataires, construction, approvisionnements, etc.), qui permettent à l'installation telle que construite d'être conforme à la démonstration de sûreté tout au long du projet ;
- de veiller à ce que l'exploitant prenne les mesures nécessaires à la bonne préparation des équipes qui seront chargées du fonctionnement de l'installation après sa mise en service.

Pour cela, l'ASN a fixé des prescriptions relatives à la conception, à la construction et aux essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville et à l'exploitation des réacteurs 1 et 2 existants à proximité du chantier.

S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des ESPN qui feront partie des CPP et CSP de la chaudière nucléaire.

En 2021, EDF a poursuivi les travaux d'achèvement de l'installation, l'intégration de modifications des équipements et l'élaboration des différents documents nécessaires à l'exploitation. EDF a également poursuivi l'analyse et la résorption d'écarts, notamment ceux affectant les soudures des CSP (voir encadré en page suivante), ainsi que trois piquages du CPP. EDF a mis en œuvre un programme de contrôles complémentaires mené dans le cadre de la revue de qualité demandée par l'ASN du fait de lacunes importantes dans la surveillance exercée sur ses

prestataires. EDF a également déployé sa stratégie de conservation et de maintenance des équipements et élaboré le programme des essais de requalification des équipements en vue de la mise en service du réacteur.

3.3 L'évaluation de la conception, de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

Les instructions en cours

L'ASN considère que la conception du réacteur EPR de Flamanville devrait permettre d'atteindre les objectifs de sûreté ambitieux fixés pour les réacteurs de troisième génération. Elle devrait ainsi permettre une réduction significative de la probabilité de fusion du cœur et des rejets radioactifs en cas d'accident par rapport aux réacteurs de deuxième génération. En particulier, la conception du réacteur EPR inclut des systèmes de gestion des accidents graves et est résistante à des niveaux extrêmes d'agression externe. Cette conception n'a nécessité que des évolutions marginales pour prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

L'ASN a poursuivi en 2021 les instructions liées à la demande d'autorisation de mise en service. L'ASN a notamment recueilli l'avis de l'Autorité environnementale. Plusieurs sujets techniques importants sont encore en cours d'instruction. C'est en particulier le cas de la conception des soupapes de sécurité du circuit primaire, des évolutions du contrôle-commande, des performances du système de filtration du réservoir d'eau interne à l'enceinte de confinement, des RGE qui seront applicables à partir de la mise en service et de la prise en compte des enseignements de la mise en service des premiers réacteurs EPR à l'étranger, notamment les différentes anomalies constatées sur les cœurs des réacteurs EPR de Taishan (Chine), dont les percements de gaines de combustible observés en 2021.

L'évaluation de la conformité des ESPN

Les ESPN du réacteur de Flamanville comprennent à la fois ceux constituant le CPP et les CSP présentés au point 2.2 (cuve, GV, pressuriseur, groupes motopompes primaires, tuyauteries, vannes et soupapes de sûreté) mais également ceux faisant partie des autres éléments de la chaudière.

Au cours de l'année 2021, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la conception des ESPN des CPP et CSP et a en particulier contrôlé, comme en 2020, la préparation et la réalisation des opérations de réparation des lignes de vapeur principales soumises au référentiel d'exclusion de rupture.

L'ASN a également poursuivi l'analyse des écarts ayant affecté la réalisation du traitement thermique de détensionnement de soudures de raccordement de composants des GV et du pressuriseur réalisés dans l'usine de Saint-Marcel de Framatome ainsi que des tuyauteries des CSP réalisées sur le site de Flamanville. EDF et Framatome prévoient des opérations de remise en état lorsque celles-ci sont envisageables ou, à défaut, la justification de la non-remise en cause de la conformité des équipements.

En 2021, l'ASN a également poursuivi l'évaluation de la conformité des tuyauteries primaires principales au référentiel d'exclusion de rupture. Compte tenu de l'écart affectant trois piquages du circuit primaire, EDF a proposé d'installer un collier de maintien autour de chaque piquage concerné. Ce collier vise, en cas de rupture de la soudure d'implantation du piquage, à limiter la taille de la brèche qui en résulterait. Les conséquences de cette brèche seraient alors couvertes par les études de sûreté actuelles du réacteur. L'ASN considère que la solution proposée par EDF est acceptable dans son principe. L'ASN se prononcera sur cette modification lorsqu'EDF aura apporté les éléments attendus concernant la démonstration de l'efficacité du dispositif, les exigences de conception, de fabrication et d'exploitation applicables aux colliers et la qualité des soudures d'implantation autour desquelles ces colliers seront montés.

SOUDURES DES TUYAUTERIES SECONDAIRES PRINCIPALES DU RÉACTEUR EPR DE FLAMANVILLE



Mise en œuvre du procédé TIG orbital – soudure sur le circuit secondaire principal

Les soudures des tuyauteries secondaires principales du réacteur EPR de Flamanville nécessitent d'importantes réparations. La majorité de ces soudures sont situées sur les tuyauteries de vapeur principales et font l'objet d'une démarche dite «d'exclusion de rupture»: à ce titre, elles requièrent des propriétés mécaniques et un niveau de qualité de fabrication particulièrement élevés.

Huit de ces soudures sont situées au niveau de l'espace entre les deux parois de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur. Les conditions d'accès difficiles ont nécessité le développement de moyens particuliers d'intervention et la qualification de procédés spécifiques de soudage, de contrôle et de traitement thermique. Après avoir examiné en 2020 ces moyens d'intervention et la qualification des procédés, l'ASN a contrôlé en 2021 la réalisation de ces huit soudures.

La majorité des autres soudures des tuyauteries de vapeur principales à réparer, une cinquantaine, est située dans un environnement ne présentant pas de difficulté d'accès. L'ASN a poursuivi en 2021 l'évaluation des conditions de leur réparation et la surveillance des opérations de réparation des soudures. L'ASN a été attentive à ce que le nombre de réparations réalisées en même temps soit compatible avec l'organisation de la surveillance du chantier. Ces travaux devraient se poursuivre jusqu'à l'été 2022.

En parallèle, EDF a analysé la qualité des autres soudures, en particulier celles des tuyauteries d'eau alimentaire des GV. Ce travail a conduit EDF à décider de réparer une dizaine de soudures supplémentaires. L'ASN prendra position sur le périmètre des soudures à réparer lorsqu'elle disposera de l'ensemble des justifications d'EDF.

Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement

Le contrôle de la construction a mis en évidence à plusieurs reprises des défauts de qualité de réalisation, qui ont nécessité des actions correctives et ont conduit EDF à réaliser des vérifications complémentaires qui font l'objet d'échanges avec l'ASN dans le cadre de la revue de qualité. L'ASN a contrôlé en 2021 l'établissement du programme de contrôles complémentaires et sa mise en œuvre au travers de réunions périodiques et deux inspections sur site. EDF devra établir en 2022 un bilan de ces actions et dresser les conclusions qu'elle en tire.

L'ASN considère que la stratégie d'EDF de conservation des équipements est satisfaisante, sous réserve qu'EDF réalise des actes de maintenance complémentaires pour prévenir le vieillissement des équipements et mette en place un programme de contrôle des équipements à la fin de la phase de conservation pour vérifier l'efficacité des dispositions prises et détecter d'éventuels défauts latents.

EDF avait réalisé, en 2019, la majeure partie des essais de démarrage de l'installation. En juin 2020, EDF a communiqué à l'ASN une première version du bilan de ces essais. Ce bilan est mis à jour au fur et à mesure de la réalisation des essais restants. L'ASN a engagé l'instruction de ce document, afin de vérifier que l'installation telle que réalisée respecte les hypothèses retenues dans la démonstration de sûreté. Cette instruction se poursuivra en 2022. En complément, l'ASN s'assure, lors d'inspections, qu'EDF a mis en place des dispositions suffisantes pour garantir que les interventions réalisées postérieurement aux essais de démarrage ne remettent pas en cause les résultats obtenus lors de ces essais.

En 2021, l'ASN a réalisé 14 inspections sur le site de Flamanville et deux inspections dans les services d'ingénierie. L'ASN a également procédé à des inspections du travail. Les conclusions de ces inspections sont présentées dans le Panorama régional en introduction de ce rapport.

4 // Le contrôle des projets de réacteur

Le réacteur EPR 2

EDF développe un nouveau réacteur, appelé EPR 2. Il a pour ambition d'intégrer le REX de conception, de construction et de mise en service des réacteurs EPR ainsi que le REX d'exploitation des réacteurs existants. Comme pour les réacteurs EPR, ce projet vise à répondre aux objectifs généraux de sûreté des réacteurs de troisième génération. Par ailleurs, il a vocation à intégrer, dès sa conception, l'ensemble des leçons de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Cela se traduit, en particulier, par un renforcement de la conception vis-à-vis des agressions naturelles externes et une consolidation de l'autonomie de l'installation et du site en situation accidentelle (avec ou sans fusion du cœur) avant l'intervention de moyens extérieurs au site.

L'ASN a mené l'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de ce projet de réacteur, alors appelé EPR NM, avec l'appui de l'IRSN, en tenant compte des recommandations du Guide n° 22 relatif à la conception des REP. L'ASN a ainsi publié le 16 juillet 2019 son avis sur les options de sûreté proposées. L'ASN considère que les objectifs généraux de sûreté, le référentiel de sûreté et les principales options de conception sont globalement satisfaisants. L'avis de l'ASN identifie les sujets à approfondir en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création d'un réacteur. Des justifications complémentaires étaient en particulier attendues sur la démarche d'exclusion de rupture des tuyauteries primaires et secondaires principales, la démarche de prise en compte des agressions, notamment l'incendie et l'explosion, et les choix de conception de certains systèmes de sûreté. Les justifications attendues ont été précisées par l'ASN dans un courrier transmis à EDF en juillet 2021.

À la suite de l'avis de l'ASN, EDF a fait évoluer sa démarche concernant l'exclusion de rupture des tuyauteries primaires et secondaires principales. EDF prévoit plusieurs évolutions favorables pour la sûreté en matière de conception, de fabrication et d'organisation. Ces évolutions portent notamment sur le choix des matériaux et les techniques de fabrication et de contrôle. De plus, bien qu'EDF applique une démarche d'exclusion de rupture, elle prévoit également d'ajouter certains dispositifs de limitation des conséquences d'une rupture, tels que des parois de séparation, des dispositifs anti-fouettement et des évents d'évacuation de la vapeur.

L'ASN considère que, compte tenu des dispositions complémentaires, le recours à une démarche d'exclusion de rupture pour les tuyauteries principales des circuits primaire et secondaires du projet de réacteur EPR 2 est acceptable. Cette position, rendue en septembre 2021, complète l'avis de l'ASN de 2019 sur les options de sûreté de ce projet de réacteur. L'instruction du référentiel d'exclusion de rupture se poursuivra en 2022.

L'ASN a également pris position, en avril 2021, sur les compléments apportés par EDF en ce qui concerne la chute accidentelle d'un aéronef militaire. L'ASN considère que la démarche d'EDF est de nature à permettre l'atteinte d'objectifs de sûreté suffisants, identiques à ceux du réacteur EPR de Flamanville, pour le réacteur EPR 2.

En février 2021, EDF a transmis à l'ASN une version préliminaire du rapport de sûreté en vue d'une instruction anticipée dans l'éventualité du lancement d'un programme de construction de nouveaux réacteurs. Un programme d'instruction du dossier a été établi conjointement avec l'IRSN.

Enfin, Framatome a déposé auprès de l'ASN des demandes d'évaluation de la conformité de cuves et GV pour deux réacteurs. Les approvisionnements des premiers composants sont prévus dès 2022 sur le site du Creusot.

Les petits réacteurs modulaires

Plusieurs projets de « petits réacteurs modulaires » (*Small Modular Reactors* – SMR) sont en cours de développement dans le monde. Il s'agit de réacteurs d'une puissance inférieure à 300 MWe, principalement fabriqués en usine. Ils utilisent des technologies variées : celle des REP ou des technologies avancées (réacteurs à haute température, à sels fondus, à neutrons rapides, etc.).

Les caractéristiques des SMR, en particulier leur faible puissance et leur compacité, constituent des facteurs favorables pour la sûreté. L'ASN considère que ces caractéristiques doivent être mises à profit par les concepteurs pour proposer des réacteurs visant des objectifs de sûreté plus ambitieux que les réacteurs de forte puissance actuels.

Un projet de SMR français, Nuward, porté par un consortium réunissant EDF, Technicatome, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives et Naval Group est actuellement au stade des études préliminaires. L'ASN a engagé des échanges techniques avec le projet Nuward, qui prévoit de remettre à la fin de l'année 2022 un DOS.

De plus, l'ASN participe à des groupes de travail internationaux relatifs aux SMR. Dans ce cadre, elle échange avec ses homologues étrangères dans l'objectif de promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux, de partager ses pratiques et de bénéficier du retour d'expérience de ses homologues.

1 Le « cycle du combustible » ..... P. 320

1.1 Amont du « cycle du combustible »

1.2 Fabrication du combustible

1.3 Aval du « cycle du combustible » – retraitement

1.4 La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection

1.5 Perspectives : les installations en projet

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée ..... P. 326

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

2.2 Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »





11

Les installations du « cycle du combustible nucléaire »

11 LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Le « cycle du combustible nucléaire » débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le conditionnement, en vue de leur stockage, des déchets radioactifs provenant des combustibles usés. En France, les dernières mines d'uranium étant fermées depuis 2000, le « cycle du combustible » concerne la fabrication du combustible, puis son traitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires.

Les exploitants des usines du cycle font partie des groupes Orano ou EDF (Framatome) : Orano exploite Melox à Marcoule, les usines de La Hague, l'ensemble des usines du Tricastin ainsi que les installations de Malvési. Framatome exploite les installations du site de Romans-sur-Isère. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) contrôle la sûreté de ces installations industrielles, qui manipulent des substances radioactives comme de l'uranium ou du plutonium et présentent des enjeux de sûreté spécifiques, notamment des risques radiologiques associés à des risques toxiques.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du « cycle du combustible » de la stratégie d'EDF de l'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible, de différents scénarios de mix énergétique envisagés par la programmation pluriannuelle de l'énergie, ou encore d'aléas de fonctionnement d'usines contribuant au « cycle du combustible ».

En 2021, des dysfonctionnements sur certaines étapes du « cycle du combustible » se sont aggravés. Il importe que les exploitants renforcent notablement leur démarche d'anticipation et mettent en œuvre les dispositions nécessaires pour faire face aux risques de situations bloquantes pour le « cycle » et la production d'électricité nucléaire.

1 // Le « cycle du combustible »

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de *yellow cake* sur les sites miniers. Le concentré solide est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium (UF_6) à la suite d'opérations de conversion. Ces opérations sont réalisées dans les usines Orano de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), utilisent de l'uranium naturel dont la teneur en uranium-235 est de l'ordre de 0,7 %.

La plupart des réacteurs électronucléaires dans le monde utilisent de l'uranium légèrement enrichi en uranium-235. La filière des réacteurs à eau sous pression (REP) nécessite, par exemple, de l'uranium enrichi en isotope-235. En France, l'enrichissement de l'UF_6 entre 3 % et 6 % est réalisé par ultracentrifugation dans l'usine Georges Besse II du Tricastin.

Puis, cet UF_6 enrichi est transformé en oxyde d'uranium sous forme de poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère. Les pastilles de combustible fabriquées avec cet oxyde sont introduites dans des gaines pour constituer des « crayons », lesquels sont réunis pour former les assemblages de combustible. Ces assemblages sont alors introduits dans le cœur des réacteurs où ils délivrent de l'énergie, notamment par fission des noyaux d'uranium-235. Avant leur utilisation dans les réacteurs, les combustibles nucléaires neufs peuvent être entreposés dans un des deux magasins interrégionaux (MIR) exploités par EDF au Bugey et à Chinon.

Après une période d'utilisation de l'ordre de trois à quatre ans, les assemblages de combustibles usés sont extraits du réacteur pour refroidir en piscine, d'abord sur le site même de la centrale où ils ont été mis en œuvre, puis dans l'usine de retraitement Orano de La Hague.

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont ensuite séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens[1]. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure. Cependant, l'uranium issu de ce retraitement n'est plus utilisé à ce jour pour produire de nouveaux combustibles. EDF a annoncé son intention d'en reprendre l'utilisation à l'horizon 2023, après réenrichissement de l'uranium de retraitement en Russie.

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Orano de Marcoule, dite « Melox », pour fabriquer du combustible MOX (Mélange d'OXydes d'uranium et de plutonium) qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 mégawatts électriques (MWe) en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont actuellement pas retraités après avoir été utilisés dans les réacteurs. Dans l'attente de leur retraitement ou de leur stockage, les combustibles MOX irradiés sont entreposés dans l'usine de La Hague.

Les principaux flux liés au « cycle du combustible » sont présentés dans le tableau 1.

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-après, notamment l'installation IARU (ex-Socatri) qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano du Tricastin.

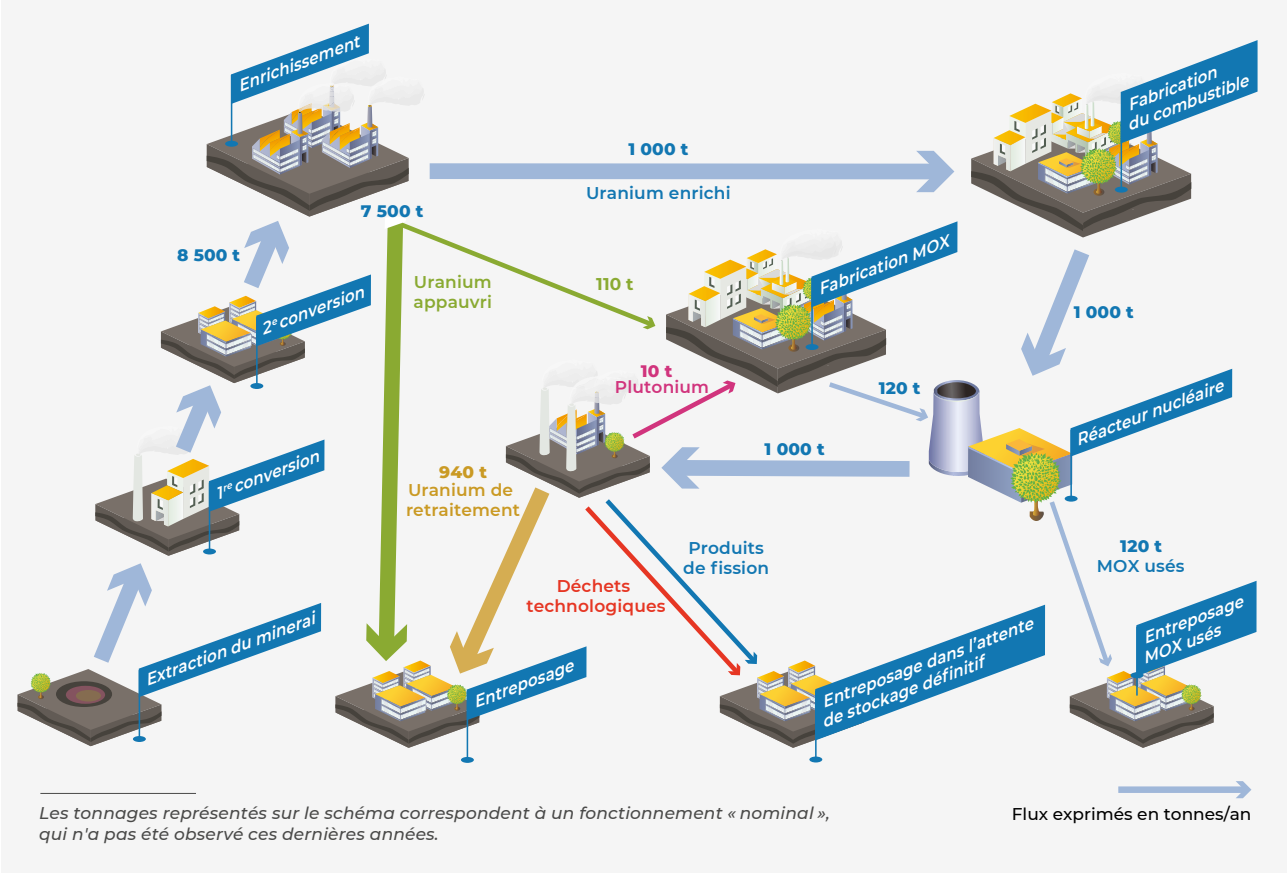
1. *Les éléments transuraniens sont des éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium (numéro atomique 92). Les principaux sont le neptunium (93), le plutonium (94), l'américium (95), le curium (96). Dans un réacteur, ils dérivent de l'uranium lors de réactions secondaires, autres que la fission.*

TABLEAU 1 **Flux de l'industrie du « cycle du combustible » en 2021**

	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ		PRODUIT EXPÉDIÉ	
INSTALLATION	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE	DESTINATION	TONNAGE
Orano Tricastin Conversion	ICPE (*) Malvési	UF_4	11 259	UF_6	12 758	Parcs Orano Tricastin	12 758
Orano Tricastin Atelier TU5	Orano La Hague	Nitrate d'uranyle	3 660	U_3O_8	1 089	Parcs Orano Tricastin	1 089
Orano Tricastin Usine W	Orano Tricastin GB II	UF_6 appauvri	8 167	U_3O_8	6 506	Parcs Orano Tricastin	6 506
Orano Tricastin GB II	Orano Tricastin Conversion	UF_6	10 208	UF_6 appauvri	8 644	Orano Usine W Tricastin	8 644
				UF_6 enrichi	1 393	Usines de fabrication de combustibles	1 393
Framatome Romans	Orano Tricastin GB II	UF_6 enrichi	564	Assemblages combustibles	750	EDF	710
	Urenco (Pays-Bas, Allemagne et Royaume-Uni)		142			Taishan (Chine)	42
	Tenex (Russie)		21			Göesgen (Suisse)	2
	ANF Lingen (Allemagne)	Crayons UO_2 à base d'uranium	13	Poudre UO_2 et U_3O_8	3	Framatome Richland (États-Unis)	5
						CEA	4
Orano Melox Marcoule	Framatome Lingen (Allemagne)	UO_2 appauvri	54	Éléments combustibles MOX	51	EDF	38
	WSE Vasteras (Suède)		6				
	Orano La Hague	PuO_2	5			Kansai (Japon)	7
Orano La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	UOX et MOX	1 021	Nitrate d'uranyle	997	Orano Tricastin	865
	Réacteur BR2 Mol (Belgique)	RTR	0,01	PuO_2	12	Melox Marcoule	6
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	Eléments combustibles irradiés	10 088	–	–	–	–

(*) Installation classée pour la protection de l'environnement.

SCHÉMA DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »



1.1 Amont du « cycle du combustible »

En amont de la fabrication de combustibles pour les réacteurs, le minerai d'uranium doit subir un certain nombre de transformations chimiques, de la préparation du *yellow cake* jusqu'à la conversion en UF_6, forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano de Malvési, dans l'Aude, et du Tricastin dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$, issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) ;
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d'UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 qui contient l'usine Philippe Coste ;
- l'installation d'enrichissement de l'UF_6 par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168) ;
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176) ;
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178 et 179) ;
- l'installation IARU (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires (ex-Socatri) ;
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de substances radioactives, pour la quasi-totalité à usage civil.

L'installation TU5 et l'usine W d'Orano – INB 155

L'INB 155, dénommée TU5, peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin.

Les usines de conversion de l'uranium d'Orano – INB 105

L'INB 105, qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en UF_4 ou en U_3O_8, est en démantèlement (voir chapitre 13).

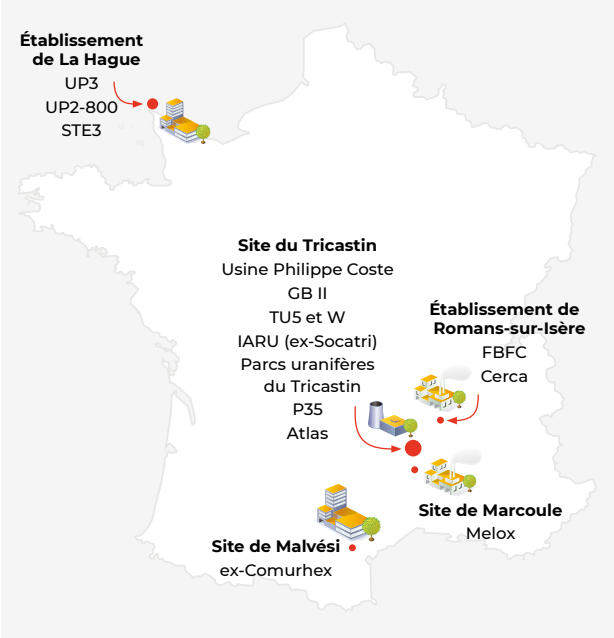
L'usine Philippe Coste est incluse dans son périmètre et est dédiée à la fluoration de l'UF_4 en UF_6 pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine Georges Besse II (GB II). Elle a une capacité de production de l'ordre de 14 000 tonnes d'UF_6 à partir de l'UF_4 provenant de l'établissement Orano de Malvési. Elle relève du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites « Seveso ») et est contrôlée par l'ASN sous ce régime.

L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée Georges Besse II (GB II), dont la création a été autorisée en 2007, est une usine d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation gazeuse. Ce procédé consiste à injecter de l'UF_6 dans un cylindre en rotation à très grande vitesse. Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules les plus lourdes (contenant l'uranium-238) sont séparées des plus légères (contenant l'uranium-235). En associant plusieurs centrifugeuses, qui constituent une cascade, il est possible de disposer d'un flux d'uranium enrichi en isotope-235 fissile et d'un flux appauvri. GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II.

L'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui serait soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre actuellement dans cette usine.

INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » EN FONCTIONNEMENT



L'installation Atlas – INB 176
L'installation Atlas a pour fonction :
- la réalisation d'analyses physico-chimiques et radiochimiques industrielles ;
- le suivi des rejets liquides et atmosphériques et la surveillance de l'environnement des installations du Tricastin.

L'installation Atlas répond aux exigences de sûreté les plus récentes et a été mise en service en 2017.

L'installation Parcs uranifères du Tricastin – INB 178
À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 178, dite « Parcs uranifères du Tricastin », a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016.

L'installation P35 – INB 179
Dans la continuité du processus de déclassement de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 179, dite « P35 » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018.

L'installation IARU (ex-Socatri) – INB 138
L'installation réalise principalement des activités de réparation, de décontamination et de démantèlement de matériels industriels ou nucléaires, des activités de traitement d'effluents liquides radioactifs et industriels, et des activités de traitement et de conditionnement de déchets radioactifs.

1.2 Fabrication du combustible

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l'UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « FBFC », sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs expérimentaux sont plus variés, certains d'entre eux utilisent, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont fabriqués dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère usuellement appelée Cerca.

Les usines FBFC et Cerca ont été réunies en une seule INB (63-U), par décret du 23 décembre 2021.

Le combustible MOX est fabriqué dans l'INB 151 Melox, exploitée par Orano et située sur le site nucléaire de Marcoule.

1.3 Aval du « cycle du combustible » – retraitement

Les usines de retraitement Orano de La Hague en fonctionnement
Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles usés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano.

La mise en service des différents ateliers des usines UP3-A (INB 116) et UP2-800 (INB 117) et de la station de traitement des effluents STE3 (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les décrets du 10 janvier 2003 fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an, comptées en quantités d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1 700 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015 (décision n° 2015-DC-0535 et décision n° 2015-DC-0536), en cours de révision.

Les opérations réalisées dans les usines
Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés, de cisaillage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour leur refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisaillés et dissous dans l'acide nitrique afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolveur, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium, et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$. Il est destiné à être converti dans l'installation TU5 du site du Tricastin en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, ces opérations de retraitement mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi que des déchets solides.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisaillage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduaires, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle et dans le respect des limites de rejet, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Les autres sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (en matrice solide de verre ou de bitume).

Les déchets solides sont conditionnés sur le site soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment, soit par vitrification. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) de Soulaines (voir chapitre 14) ou entreposés sur le site Orano de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et CSD-C). Conformément à l'article L. 542-2 du code de l'environnement, les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé système Exper, a été approuvé par arrêté du ministre chargé de l'énergie du 2 octobre 2008.

1.4 La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano, Framatome, EDF et l'Andra.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du « cycle », présentant les conséquences sur chaque étape du « cycle du combustible » de la stratégie d'EDF d'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustibles.

L'ASN a rendu le 18 octobre 2018 son avis sur le dossier « Impact cycle 2016 », dont les principales conclusions étaient les suivantes.

L'ASN souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du « cycle du combustible », afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées.

AGGRAVATION DES DYSFONCTIONNEMENTS, DURANT L'ANNÉE 2021, CONCERNANT CERTAINES ÉTAPES DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

L'année 2021 a révélé une aggravation des dysfonctionnements concernant certaines étapes du « cycle du combustible » :

- l'usine de Melox connaît toujours de grandes difficultés pour produire du combustible MOX pour les réacteurs d'EDF avec la qualité et dans les quantités attendues. Ces difficultés entraînent la production d'une quantité importante de matières radioactives contenant du plutonium qualifiées comme des « rebuts MOX », lesquelles sont ensuite entreposées dans l'usine de La Hague, soit sous forme de poudre, soit sous forme d'assemblages combustibles ;
- un plan d'action est mis en œuvre par Orano depuis 2019 pour surmonter les difficultés de production de Melox. Toutefois, Orano indique que les perspectives d'amélioration et ses projections de production de MOX reposent principalement sur l'utilisation d'une poudre d'uranium dite « voie humide », qu'il est prévu de produire à partir de 2023 dans le nouvel atelier appelé « nouvelle voie humide » (NVH) de l'usine Orano de Malvési, actuellement en cours de construction ;
- à court terme, les dysfonctionnements de Melox entraînent également une saturation plus rapide que prévue des capacités d'entreposage des matières plutonifères, qui nécessitent la création de nouveaux locaux d'entreposage de matières plutonifères à La Hague. En l'absence de telles augmentations de capacités d'entreposage, une adaptation à la baisse du traitement serait nécessaire, ce qui accélérerait l'encombrement des piscines d'entreposage de combustibles usés. L'instruction d'une demande d'autorisation, déposée par Orano, pour la création de nouveaux locaux d'entreposage de matières plutonifères à La Hague est en cours ;
- un évaporateur concentrateur de produit de fission de La Hague a été arrêté préventivement en septembre 2021 compte tenu de l'atteinte d'un niveau de corrosion qui ne permet plus de l'utiliser. L'arrêt de cet évaporateur, conjugué à un arrêt pour maintenance non programmé d'un autre évaporateur de la même usine, a entraîné l'arrêt de l'usine UP3-A pendant près de trois mois.

Ces perturbations des usines de l'aval du cycle confirment le besoin identifié par l'ASN dans son avis du 18 octobre 2018 de disposer de parades dans l'hypothèse où la mise en service de la piscine d'entreposage centralisé d'EDF interviendrait après la saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés. En septembre 2021, l'ASN a auditionné Orano sur ces sujets. À cette occasion, l'ASN a demandé à Orano de renforcer ses démarches d'anticipation, notamment en prenant en compte des scénarios pessimistes quant au retour de l'usine Melox à un fonctionnement nominal, afin de définir des aménagements et solutions d'entreposage présentant un haut niveau de sûreté.

Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballage de transport, sont suffisamment anticipés.

L'ASN a également demandé aux industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la mise en œuvre de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) sur le « cycle du combustible nucléaire », et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions. À la suite de la mise à jour de la PPE publiée en avril 2020, de nouveaux scénarios de mix énergétique ont été établis en juillet 2020 et EDF, en collaboration avec Framatome, Orano et l'Andra, a mis à jour en décembre 2020 ses perspectives de gestion du « cycle du combustible » selon ces scénarios de mix énergétique. La saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés interviendrait avant 2030, voire 2029. EDF a également annoncé en 2020 un report de la mise en service de son projet de piscine d'entreposage centralisée, maintenant prévue pour 2034, ce qui rend nécessaire le déploiement de parades pour faire face au retard de ce projet : densification des piscines d'entreposage de La Hague, entreposage à sec des combustibles usés et utilisation accrue de combustible MOX en réacteur.

1.5 Perspectives : les installations en projet

Projet d'une nouvelle installation d'entreposage d'uranium sur le site du Tricastin

Orano a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage de matières uranifères issues du retraitement de combustible. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une instruction. Une enquête publique s'est tenue fin 2020 à ce sujet. Le projet a fait l'objet d'un décret d'autorisation en 2022.

Projet de « nouvelle concentration des produits de fission » sur le site de La Hague

Afin de remplacer les évaporateurs concentrateurs de produit de fission de La Hague qui présentent une corrosion plus avancée que prévue à leur conception, Orano construit de nouveaux ateliers, nommés « NCPF », comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet particulièrement complexe a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet d'une décision de l'ASN en 2020, portant sur le procédé de trois de ces évaporateurs (NCPF T2). Les autorisations de raccordement de ces nouveaux équipements aux ateliers existants feront l'objet d'autres décisions et autorisations au cours de l'année 2022.

Construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets

Afin d'anticiper la saturation des capacités d'entreposage des CSD-V (ateliers R7, T7 et E/EV/SE), la construction de nouveaux ateliers d'entreposage dit « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont construits module par module, par construction d'unités identiques appelées « fosses ». Les fosses 50 et 60 sont en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, une extension de l'entreposage de CSD-C a été autorisée par le décret du 27 novembre 2020 ; l'ASN avait rendu un avis favorable le 8 septembre 2020 sur ce projet de texte. La construction est en cours, la première introduction de substances radioactives dans cette extension devra faire l'objet d'une autorisation délivrée par l'ASN.

Projet d'unité de traitement de combustibles particuliers

Afin de recevoir et traiter les combustibles particuliers irradiés dans le réacteur Phénix ou d'autres réacteurs de recherche, Orano a transmis en 2016 le dossier d'options de sûreté d'une nouvelle unité de traitement de combustibles particuliers. Cette unité comporterait de nouveaux équipements de cisaillage et de dissolution. En mars 2017, l'ASN a indiqué à l'exploitant que les options de sûreté de cette nouvelle unité étaient globalement satisfaisantes. Orano a toutefois rencontré des difficultés techniques dans le développement du procédé, ce qui a conduit à une modification importante des options de conception initialement retenues. Compte tenu de ces éléments, l'ASN a accordé un délai supplémentaire à Orano pour déposer la demande d'autorisation de cette unité. L'exploitant a transmis de nouvelles options de sûreté pour ce projet en janvier 2020. L'ASN a fait part de ses observations sur ce dossier le 9 décembre 2020.

Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF

Lors du débat public préalable à la 5e édition du Plan national de gestion de matières et déchets radioactifs (PNGMDR) qui a eu lieu en 2019, EDF a réaffirmé que sa stratégie d'augmentation des capacités d'entreposage de combustibles usés repose sur la construction d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé. Cette nouvelle installation doit permettre l'entreposage des combustibles usés dont le retraitement ou le stockage ne sont envisageables qu'à long terme. La durée d'exploitation envisagée pour cet entreposage est donc de l'ordre du siècle. EDF a transmis en 2017 un dossier d'options de sûreté concernant ce projet. L'ASN a rendu en juillet 2019 son avis sur les options de sûreté présentées par EDF pour une telle installation et considère que les objectifs généraux de sûreté et les options de conception retenues sont satisfaisants.

En 2020, EDF a signalé un retard concernant ce projet de piscine d'entreposage, qui aurait vocation à être implantée sur le site de La Hague mais ne serait pas mise en service avant 2034. En 2021, EDF a saisi la Commission nationale du débat public (CNDP) sur ce projet et une concertation préalable menée sous l'égide de la CNDP a été organisée par EDF du 22 novembre 2021 au 15 février 2022.

L'ASN avait demandé dès 2018 à EDF de présenter les parades qu'elle envisagerait dans cette situation compte tenu d'une possible saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés d'ici à cette mise en service.

Les parades envisagées par EDF, en lien avec Orano, sont la densification des piscines de La Hague, une utilisation accrue des combustibles MOX en réacteurs et un entreposage à sec des combustibles usés.

Concernant la densification des piscines de La Hague, Orano a remis en novembre 2020 un dossier d'options de sûreté. Afin de favoriser les échanges techniques sur ce dossier, l'ASN a constitué début 2021 un sous-groupe de travail pluraliste dans le cadre des travaux du groupe de travail PNGMDR, auquel ont été conviés des membres de la CLI de La Hague. L'ASN a pris position en février 2022. Dans son courrier du 14 février, l'ASN considère que les options de sûreté présentées par l'exploitant sont globalement satisfaisantes. Des observations et compléments ont été demandés et devront être transmis dans le cadre de la demande d'autorisation de modification notable que l'exploitant envisage de déposer mi-2022. L'ASN rappelle également que la densification des piscines de La Hague ne peut pas être une solution pérenne à la saturation des entreposages de combustibles et que cette parade ne peut se substituer à une nouvelle installation d'entreposage répondant aux standards de sûreté les plus récents. Concernant l'entreposage à sec de combustibles usés, Orano a remis en novembre 2021 un dossier d'options de sûreté à l'ASN, qui sera complété dans les mois à venir.

2 // Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

À chaque étape du « cycle du combustible », les installations présentent des enjeux différents :

- les installations de conversion et d'enrichissement induisent principalement des risques toxiques (du fait de la forme chimique des substances radioactives qu'elles mettent en œuvre), des risques de criticité (lorsqu'elles mettent en œuvre des matières enrichies) et de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre, sous forme liquide ou cristallisées) ;
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversion), de criticité, d'incendie ou d'explosion (ce sont des usines de céramique qui utilisent des procédés de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre ou sont cristallisées) et d'exposition à des rayonnements ionisants (lorsqu'elles mettent en œuvre des substances issues du retraitement) ;
- les installations de retraitement de combustible usé induisent principalement des risques de dissémination de substances radioactives (les substances mises en œuvre sont notamment liquides et en poudre), de criticité (les substances fissiles mises en œuvre changent de forme géométrique) et d'exposition à des rayonnements ionisants (les combustibles contiennent des substances très irradiantes).

Leur point commun est que les réactions en chaîne n'y sont jamais recherchées (prévention du risque de criticité) et qu'elles mettent en œuvre des substances dangereuses dans des quantités industrielles. Les risques industriels classiques y sont donc prégnants. Certaines usines d'Orano du Tricastin et à La Hague ou de Framatome à Romans-sur-Isère relèvent à ce titre de la directive Seveso.

L'ASN s'attache à appliquer un contrôle proportionné aux enjeux de chaque installation, classée par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et inconvénients qu'elle présente. Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspection et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est chargée de l'instruction de ces modifications qui font l'objet d'un décret modificatif par le Gouvernement, dont l'ASN est préalablement saisie. L'ASN établit aussi les prescriptions qui encadrent ces grandes étapes. Enfin, l'ASN instruit également les dossiers de sûreté justifiant le fonctionnement de chacune des INB.

L'ASN contrôle, pour chaque installation, l'organisation et les moyens retenus par l'exploitant pour lui permettre d'assurer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de la nature, de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques. L'ASN contrôle le fonctionnement des organisations mises en place par les exploitants, principalement au travers d'inspections, notamment celles consacrées au management de la sûreté. À cet égard, Orano a déposé en février 2020 des demandes de changement d'exploitant concernant l'ensemble de ses INB. Ce projet, dit « PEARL », autorisé par décrets du 15 décembre 2021, a conduit à séparer dans trois filiales distinctes les activités du groupe dans les domaines de l'amont du cycle, de l'aval du cycle et du démantèlement. L'instruction de cette demande par l'ASN a montré qu'elle induisait un changement d'organisation dans l'exploitation des INB en démantèlement du groupe Orano, susceptible de remettre en cause le principe prévu par le code de l'environnement selon lequel la responsabilité opérationnelle de l'exploitation d'une INB doit revenir à son exploitant nucléaire. Orano a donc déposé en décembre 2020 une demande de dérogation à ce principe. Cette demande a fait l'objet d'une instruction par l'ASN qui prendra position en 2022.

2.2 Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »

Depuis la publication du décret du 2 novembre 2007, l'ensemble des exploitants d'INB doivent réaliser des réexamens périodiques de leur installation au moins tous les dix ans. Ces exercices ont été conduits graduellement sur les installations du cycle. Les premiers ont concerné les INB 151 (Melox) et 138 (IARU, ex-Socatri) et ont permis d'identifier de nombreuses actions de renforcement de ces installations, dont l'essentiel est mis en œuvre aujourd'hui.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir, dans une phase dite d'orientation, les sujets à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique et les méthodologies attendues. Par ailleurs, les démonstrations de sûreté de l'ensemble des INB doivent s'enrichir d'analyses probabilistes. Le réexamen de l'usine UP2-800 (INB 117) est en voie d'achèvement, avec la finalisation de l'examen des propositions d'amélioration portant sur l'atelier NPH prévue début 2022. Pour l'usine UP3-A (INB 116), Orano a transmis fin 2020 son rapport de conclusions du réexamen, qui fera l'objet d'un examen par le groupe permanent d'experts chargé des usines au cours de plusieurs réunions prévues entre 2023 et 2025. Enfin, l'ASN prendra position prochainement sur la poursuite du fonctionnement de la STE3 (INB 118).

Le réexamen de la FBFC (INB 98) comprend des améliorations de sûreté de l'installation notamment concernant la maîtrise des risques d'incendie, la maîtrise de la criticité et le renforcement du génie civil. Toutefois, il a montré la nécessité de mieux intégrer les risques liés aux substances dangereuses dans la démonstration de sûreté des installations du cycle, en assurant un niveau d'exigence au moins équivalent aux installations classées relevant du régime Seveso seuil haut. En conséquence, l'ASN a fixé en 2020 une prescription demandant une actualisation de la démonstration de sûreté relative aux risques induits par les substances dangereuses dans sa décision associée à ce réexamen.

En octobre 2021, à l'issue de l'instruction du rapport de conclusions du réexamen de TU5 (INB 155), l'ASN a validé la poursuite du fonctionnement de l'INB 155.

Les réexamens montrent l'importance d'une vérification *in situ* de la conformité des éléments importants pour la protection (EIP) la plus exhaustive possible, ou la plus représentative possible des EIP non accessibles. Ils illustrent aussi le besoin de disposer d'une démarche robuste pour la maîtrise du vieillissement des installations du « cycle du combustible ». Le développement de ces démarches peut présenter une certaine complexité car la plupart des installations du « cycle du combustible » sont uniques en leur genre.

Dans le contexte de la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs-concentrateurs de produits de fission et d'autres équipements de l'usine de La Hague, la maîtrise du vieillissement constitue, pour l'ASN, un enjeu prioritaire pour les installations de l'aval du cycle qui fait l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue dans l'instruction des réexamens périodiques en cours.

1 Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France ..... P. 330

1.1 Les réacteurs de recherche

1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses

1.2.1 Les laboratoires

1.2.2 Les accélérateurs de particules

1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

1.3 Les installations d'entreposage de matières

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée ..... P. 333

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

2.2 Les réexamens périodiques





12

Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses

12 LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE RECHERCHE ET INDUSTRIELLES DIVERSES

Les installations nucléaires de recherche ou industrielles sont distinctes des installations nucléaires de base (INB) directement liées à la production d'électricité (réacteurs électronucléaires et installations du « cycle du combustible ») ou à la gestion des déchets. Elles sont, historiquement et majoritairement, exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), mais également par d'autres organismes de recherche (par exemple, l'Institut Laue-Langevin – ILL, l'organisation internationale ITER et le grand accélérateur national d'ions lourds – Ganil) ou par des industriels (par exemple, CIS bio international, Steris et Ionisos, qui exploitent des installations de production d'éléments radiopharmaceutiques ou des irradiateurs industriels).

1 // Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

1.1 Les réacteurs de recherche

Les réacteurs de recherche ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique et à l'amélioration de l'exploitation des centrales nucléaires. Certaines de ces installations produisent également des radionucléides[1] à usage médical. Ce sont des installations dans lesquelles une réaction en chaîne est créée et entretenue, permettant de produire un flux de neutrons plus ou moins dense utilisé, en premier lieu, à des fins d'expériences scientifiques. Contrairement aux centrales nucléaires, l'énergie produite par les réacteurs de recherche n'est pas récupérée, elle constitue un « sous-produit » évacué par refroidissement. Les quantités de substances radioactives mises en œuvre sont moindres que dans les réacteurs électronucléaires.

Un panorama des différents types de réacteurs de recherche présents en France et des principaux risques associés est présenté ci-après.

Dans leur dimensionnement, ces réacteurs prennent en compte des accidents de référence de fusion du cœur « sous eau » (défaillance dans le système de refroidissement) et de fusion du cœur « en air » (après dénoyage du cœur ou lors d'une manutention). En outre, ils prennent en compte des accidents spécifiques à certains réacteurs de recherche.

Les réacteurs à faisceaux de neutrons

Les réacteurs à faisceaux de neutrons sont de type piscine. Ils sont principalement destinés à la recherche fondamentale (physique du solide, physico-chimie moléculaire, biochimie, etc.), en utilisant la méthode de diffraction neutronique pour l'étude de la matière. Les neutrons sont produits dans le réacteur, à différentes gammes d'énergie, et sont captés par des canaux dans le réacteur pour être acheminés vers des aires expérimentales.

En France, il n'existe plus qu'un réacteur à faisceaux de neutrons en fonctionnement : le réacteur à haut flux (RHF – INB 67) exploité par l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble (puissance nominale limitée à 58 mégawatts thermiques – MWth). Le RHF fonctionne par cycle de 50 à 100 jours environ. Les principaux enjeux de sûreté sont la maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement. Le réacteur Orphée (INB 101), exploité par le CEA à Saclay (puissance nominale limitée à 14 MWth), a été arrêté définitivement fin 2019.

Les réacteurs « d'essais »

Les réacteurs « d'essais » sont de type piscine. Ils sont destinés à l'étude de situations accidentelles. Ils permettent de reproduire, de façon contrôlée et à petite échelle, certains accidents postulés dans la démonstration de sûreté des réacteurs électronucléaires et de mieux connaître l'évolution de paramètres physiques lors des situations accidentelles.

En France, il existe un réacteur « d'essais » en fonctionnement : le réacteur Cabri (INB 24), exploité par le CEA à Cadarache. Ce réacteur, d'une puissance limitée à 25 MWth, permet de produire le flux neutronique nécessaire aux expériences. Les enjeux de sûreté sont semblables à ceux des autres réacteurs : la maîtrise de la réactivité du cœur nourricier, du refroidissement pour évacuer la puissance et le confinement des substances radioactives situées dans les crayons de combustibles composant le cœur.

Des modifications de l'installation ont été réalisées pour mettre en œuvre de nouveaux programmes de recherche afin d'étudier le comportement du combustible à haut taux de combustion lors de situations accidentelles d'insertion de réactivité. La divergence du réacteur dans sa nouvelle configuration a été autorisée en 2015. L'ASN a autorisé, le 30 janvier 2018, après d'importants travaux de rénovation, le premier essai expérimental actif de la boucle à eau sous pression de l'installation.

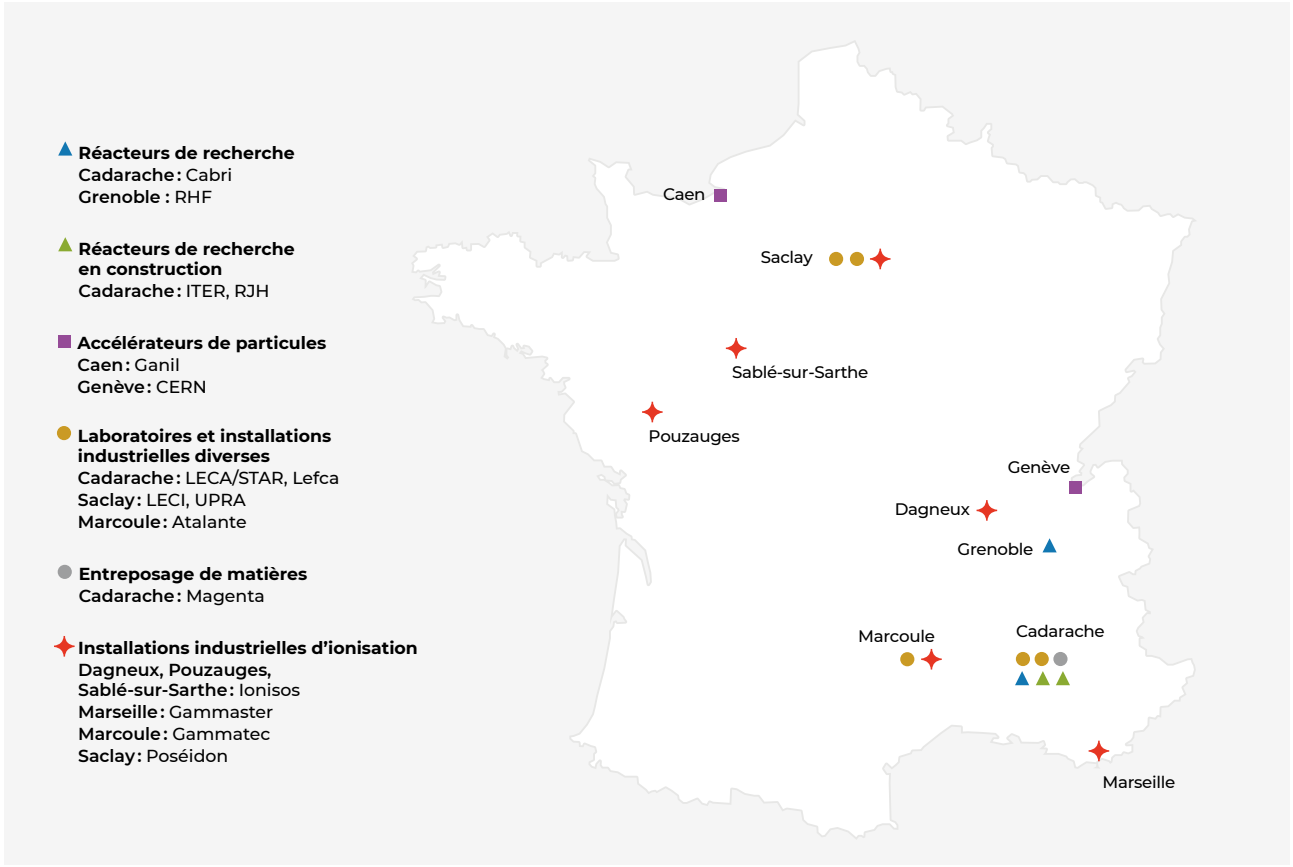
Les réacteurs d'irradiation

Les réacteurs d'irradiation sont de type piscine. Ils permettent d'étudier les phénomènes physiques liés à l'irradiation de matériaux et de combustibles ainsi que leurs comportements. Les flux neutroniques obtenus par ces installations étant plus puissants que ceux présents dans un réacteur électronucléaire de type réacteur à eau sous pression (REP), les expériences permettent de réaliser des études de vieillissement de matériaux et composants soumis à un flux important de neutrons. Après irradiation, les échantillons font l'objet d'examens destructifs, notamment dans des laboratoires de recherche, afin de caractériser les effets de l'irradiation. Ils constituent donc un outil important pour la qualification des matériaux soumis à un flux neutronique.

En outre, ces réacteurs de recherche sont des sources de production significatives de certains radionucléides à usage médical.

1. L'utilisation des radionucléides offre des possibilités d'analyse et de traitements médicaux : pour le diagnostic des cancers par le biais de scintigraphies et tomographies, autorisant des examens poussés d'organes en fonctionnement, ou pour le traitement des tumeurs grâce à la radiothérapie, qui emploie les rayonnements des radionucléides pour détruire les cellules cancéreuses (voir chapitre 7).

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN FRANCE



La puissance de ces réacteurs varie de quelques dizaines à une centaine de MWth. Ces réacteurs fonctionnent par cycle d'environ 20 à 30 jours.

En France, il n'existe plus de réacteurs d'irradiation technologique en fonctionnement : le réacteur Osiris (INB 40), implanté à Saclay, est définitivement arrêté depuis 2015. Le réacteur Jules Horowitz (RJH – INB 172), destiné à le remplacer, est en cours de construction à Cadarache.

Les réacteurs à fusion

Contrairement aux réacteurs de recherche décrits précédemment, qui mettent en œuvre des réactions de fission nucléaire, certaines installations de recherche visent à produire des réactions de fusion nucléaire.

En France, l'installation ITER (INB 174) est un projet international de réacteur à fusion en cours de construction à Cadarache. L'objectif visé par ITER est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de la fusion nucléaire par confinement magnétique d'un plasma deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (500 MW pendant 400 secondes).

Parmi les principaux enjeux de maîtrise des risques et inconvénients de ce type d'installation, on peut citer en particulier la maîtrise du confinement des matières radioactives (du tritium en particulier), les risques d'exposition aux rayonnements ionisants (forte activation des matériaux sous flux neutronique intense) ou l'évacuation de la puissance résiduelle des compartiments du réacteur (en particulier lors des opérations de maintenance).

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a lancé une démarche d'évaluation complémentaire de sûreté (ECS) des installations nucléaires. La démarche consiste à évaluer les marges de sûreté dont disposent les installations pour résister à des pertes d'alimentation électrique ou de refroidissement et à des agressions naturelles extrêmes.

Au vu des conclusions de l'ECS de l'installation ITER, remise en 2012, des dispositions organisationnelles et matérielles adaptées, appelées « noyau dur », ont été mises en place.

1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses

1.2.1 Les laboratoires

Les laboratoires menant des activités de recherche et de développement pour la filière nucléaire contribuent à l'approfondissement des connaissances pour la production électronucléaire, le « cycle du combustible » ou encore la gestion des déchets. Ils peuvent aussi produire des radionucléides à usage médical.

Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la protection des personnes contre les rayonnements ionisants, la prévention de la dispersion de substances radioactives, la maîtrise des risques d'incendie et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

Les principes de conception de ces laboratoires sont similaires. Des zones dédiées, dénommées « cellules blindées », permettent la manipulation de substances radioactives et la réalisation d'expérimentations, à l'aide de moyens de manutention adaptés. Ces cellules blindées sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Elles permettent également le confinement des matières radioactives, grâce à un système de ventilation et de filtres spécifiques. Le risque de criticité est maîtrisé au travers de consignes strictes pour la manipulation,

l'entreposage et le suivi des matériaux étudiés. Enfin, le risque d'incendie est géré à l'aide de dispositifs techniques (portes coupe-feu, clapets, détecteurs, équipements d'intervention, etc.) et d'une organisation limitant la présence de matières calorifiques. La formation du personnel et une organisation rigoureuse sont, par ailleurs, des facteurs essentiels pour garantir la maîtrise de ces quatre principaux risques.

Les laboratoires d'essais sur les combustibles et les matériaux

Une partie de ces laboratoires, exploités par le CEA, permet de réaliser diverses expérimentations sur les matériaux ou combustibles irradiés. Certains programmes de recherche ont, par exemple, pour objectif de permettre un taux de combustion plus élevé des combustibles ou d'améliorer leur sûreté. Certaines de ces installations sont également exploitées pour des activités de préparation et de reconditionnement de combustibles.

Appartiennent à cette catégorie de laboratoires :

- le laboratoire d'examen des combustibles actifs (LECA), situé à Cadarache, et son extension, la station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR), qui constituent l'INB 55 ;
- le laboratoire d'études et de fabrication de combustibles nucléaires avancés (Lefca – INB 123), situé à Cadarache ;
- le laboratoire d'essais sur combustibles irradiés (LECI – INB 50), situé à Saclay.

Les laboratoires de recherche et de développement (R&D)

Des activités de R&D sont aussi menées pour l'industrie nucléaire dans des laboratoires sur les nouvelles technologies, notamment concernant le développement de nouveaux combustibles, leur recyclage ou encore la gestion des déchets ultimes.

L'atelier alpha et le laboratoire pour les analyses de transuraniens et études de retraitement (Atalante – INB 148), situés à Marcoule et exploités par le CEA, assurent un appui technique à Orano Cycle pour optimiser le fonctionnement des usines de La Hague. Des travaux expérimentaux y sont menés pour la qualification du comportement des matrices de verres nucléaires afin de garantir les propriétés de confinement sur le long terme des colis de déchets de haute activité.

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'ASN a prescrit en 2015 la mise en œuvre de nouveaux moyens pour la gestion de crise, notamment la construction ou le renforcement de centres de crise « noyau dur » résistant à des conditions climatiques extrêmes.

Elle constate que ces projets ont pris du retard sur l'ensemble des centres du CEA, pour des raisons diverses et que les échéances initialement prescrites n'ont pas été respectées. Pour le centre de Marcoule, l'ASN est toujours en attente des compléments sur la tenue des bâtiments actuels de gestion de crise (confinement, accessibilité, opérabilité, habitabilité, etc.).

L'usine de production de radioéléments artificiels

L'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA), située à Saclay et exploitée par CIS bio international, est une installation nucléaire conçue sur les mêmes principes qu'un laboratoire (zones dédiées permettant la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés), destinée à la fois à mener des activités de recherche et à mettre au point des radionucléides à usage médical. CIS bio international est une filiale du groupe Curium, fabricant de produits radiopharmaceutiques.

1.2.2 Les accélérateurs de particules

Certains accélérateurs de particules sont des INB. Ces installations utilisent des champs électriques ou magnétiques pour accélérer des particules chargées. Les faisceaux de particules accélérées produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'exposition aux rayonnements ionisants constitue donc le risque principal de ce type d'installations.

Le Ganil

Le grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil – INB 113), situé à Caen, permet de mener des travaux de recherche fondamentale et appliquée, notamment en physique atomique et en physique nucléaire. Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome.

Le CERN

Situé entre la France et la Suisse, le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) est une organisation internationale dont la mission est de mener à bien des programmes de recherche fondamentale à caractère purement scientifique concernant les particules de haute énergie. Le CERN n'exploite pas un seul accélérateur de particules pour étudier la structure de la matière, mais toute une chaîne de dispositifs (appelés parfois injecteurs). Cette chaîne comprend actuellement plusieurs accélérateurs linéaires et circulaires. Du fait de sa nature extraterritoriale, le CERN fait l'objet de modalités de vérifications particulières de la part des autorités de sûreté française et suisse.

1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

Les installations industrielles d'ionisation, dénommées irradiateurs, utilisent les rayons gamma émis par des sources scellées de cobalt-60 afin d'irradier des cibles dans des cellules d'irradiation. Ces cellules d'irradiation sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Les sources scellées sont soit en position basse, entreposées en piscine sous une épaisseur d'eau qui garantit la protection des travailleurs, soit en position haute pour irradier le matériel cible. L'exposition du personnel aux rayonnements ionisants constitue le risque principal dans ces installations.

Les principales applications des irradiateurs sont la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits agroalimentaires et de matières premières pharmaceutiques. Les irradiateurs peuvent aussi permettre l'étude de comportement des matériaux sous rayonnements ionisants, notamment pour qualifier des matériaux pour l'industrie nucléaire.

Ces irradiateurs sont utilisés par :

- le groupe Ionisos, qui exploite trois installations situées à Dagneux (INB 68), Pouzauges (INB 146) et Sablé-sur-Sarthe (INB 154) ;
- le groupe Steris, qui exploite les installations Gammaster (INB 147) et Gammatec (INB 170), à Marseille et à Marcoule ;
- le CEA, qui exploite l'irradiateur Poséidon (INB 77) sur le site de Saclay.

1.3 Les installations d'entreposage de matières

Les installations d'entreposage de matières, exploitées par le CEA, sont essentiellement consacrées à la conservation de matières uranifères et plutonifères fissiles non irradiées (ou faiblement irradiées) provenant d'autres installations du CEA. Cette activité permet d'alimenter les laboratoires (Atalante, Lefca, etc.) en fonction des expériences. Elles sont devenues, plus récemment, un exutoire temporaire des matières fissiles présentes jusque-là dans des installations désormais à l'arrêt, telles que les réacteurs de recherche (Éole, Minerve, Osiris, Masurca, etc.).

Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la prévention de la dispersion de substances radioactives et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

La sûreté de ces installations repose sur une succession de barrières physiques statiques (murs et portes des locaux et des bâtiments) pour prévenir la dispersion de substances radioactives. Lors de la réalisation d'opérations sur ces substances, le confinement statique est, par ailleurs, assuré par des dispositifs (boîte à gants, cellule blindée) dans lesquels sont réalisées ces opérations. Ce confinement statique est complété par un confinement dynamique constitué, d'une part, d'une cascade de dépressions entre les locaux présentant des risques de dissémination de substances radioactives, d'autre part, d'une filtration des effluents gazeux rejetés dans l'environnement. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux entreposés.

Les installations d'entreposage dédiées

L'installation Magenta (INB 169), mise en service en 2011, exploitée par le CEA sur son site de Cadarache, est dédiée à l'entreposage de matières fissiles non irradiées ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Elle remplace notamment le magasin central des matières fissiles (MCMF – INB 53), définitivement arrêté fin 2017.

Les locaux d'entreposage de matières dans les INB

D'autres locaux d'entreposage de matières radioactives, situés au sein d'une INB, sont autorisés à entreposer des matières radioactives sur site, mais dans des quantités bien inférieures à celles entreposées dans Magenta. C'est le cas, par exemple, de l'INB 55, dénommée STAR, qui entrepose des combustibles usés, irradiés à la suite d'un retraitement ou d'un conditionnement.

2 // Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

Le régime des INB s'applique à plus d'une centaine d'installations en France. Ce régime concerne des installations diverses présentant des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement très différents : réacteurs nucléaires de recherche ou électronucléaires, entreposage ou stockage de déchets radioactifs, usines de fabrication ou de traitement de combustibles, laboratoires, installations industrielles d'ionisation, etc.

Les principes de sûreté, appliqués aux installations nucléaires de recherche ou industrielles, sont similaires à ceux adoptés pour les réacteurs électronucléaires et les installations du « cycle du combustible », tout en tenant compte de leurs spécificités en matière de risques et d'inconvénients. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et ainsi renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspections et d'instructions menées par l'ASN. À titre d'exemples, les réacteurs de recherche RHF et Cabri sont respectivement classés en catégories 1 et 2, et l'accélérateur de particules Ganil est classé en catégorie 3.

2.2 Les réexamens périodiques

Le code de l'environnement impose aux exploitants de réaliser, tous les dix ans, un réexamen périodique de leur installation. Ce réexamen périodique permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser les risques ou inconvénients inhérents à l'installation en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. Ils sont ainsi l'occasion de remises à niveau ou d'améliorations dans des domaines où les exigences de sûreté ont évolué, notamment la résistance au séisme, la protection contre l'incendie et le confinement.

À ce jour, l'ensemble des installations nucléaires de recherche et installations diverses a fait l'objet d'un réexamen périodique. L'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines installations méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; d'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée. L'instruction technique de l'ensemble des rapports nécessitera donc plusieurs années, compte tenu des spécificités propres à chacune des installations concernées.

À titre d'exemple, le CEA a transmis, le 1er novembre 2017, 16 rapports de réexamen périodique à l'ASN. Le CEA a, par la suite, informé l'ASN qu'il souhaite lisser la charge liée à ces réexamens, au regard de son organisation et de ses moyens, en anticipant la remise de rapport de réexamen de certaines installations dans la prochaine décennie. L'ASN est favorable à cette démarche.

L'ASN a ainsi poursuivi en 2021 les inspections sur site consacrées spécifiquement au réexamen périodique des installations afin de compléter ses instructions. Elle constate que le CEA s'approprie mieux désormais les problématiques liées au réexamen, grâce à la mise en œuvre, sur chaque site, d'une organisation transverse dédiée à ce processus.

1 Le cadre juridique et technique du démantèlement ..... P. 336

1.1 Les enjeux du démantèlement

1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement
- 1.2.1 Le démantèlement immédiat
- 1.2.2 L'assainissement et l'atteinte de l'état final

1.3 L'encadrement du démantèlement

1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

2 La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques ..... P. 340

2.1 Les réacteurs électronucléaires
- 2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression
- 2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression

2.2 Les installations de recherche
- 2.2.1 Les laboratoires de recherche
- 2.2.2 Les réacteurs de recherche

2.3 Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »

2.4 Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »

2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

3 Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée ..... P. 346

3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

3.2 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

3.3 Le financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

4 L'évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants ..... P. 347

4.1 L'évaluation de la stratégie d'EDF

4.2 L'évaluation de la stratégie d'Orano

4.3 L'évaluation de la stratégie du CEA

Annexe ..... P. 349

Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2021





13

Le démantèlement des installations nucléaires de base

13 LE DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

Le terme de démantèlement couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire à l'issue desquelles l'installation peut être déclassée, c'est-à-dire qu'elle peut être retirée de la liste des installations nucléaires de base (INB). Ces activités comprennent l'évacuation des matières radioactives et des déchets encore présents dans l'installation et les opérations de démontage des matériels, composants et équipements utilisés pendant le fonctionnement, ainsi que l'assainissement des locaux et des sols puis, éventuellement, des opérations de destruction de structures de génie civil.

Les opérations de démantèlement et d'assainissement visent à atteindre un état final prédéfini qui permet de prévenir les risques ou inconvénients que peut présenter le site pour les intérêts protégés.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par décret pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette phase de vie des installations est caractérisée par une succession d'opérations souvent longues, coûteuses, produisant des quantités massives de déchets, et qui doivent être anticipées au mieux – ce d'autant que les textes prévoient qu'elles soient effectuées dans les meilleurs délais possibles. Les changements continus que connaissent alors les installations en démantèlement modifient la nature des risques et constituent des défis pour les exploitants en matière de gestion de projet.

En 2021, 35 installations nucléaires de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usine de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets, etc.) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France, ce qui correspond à plus du quart des INB en exploitation.

1 // Le cadre juridique et technique du démantèlement

1.1 Les enjeux du démantèlement

La réalisation dans les délais des opérations de démantèlement, souvent longues et coûteuses, constitue un défi pour les exploitants en matière de gestion de projet, de maintien des compétences ainsi que de coordination des différents travaux, qui font intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. Pour autant, le choix du démantèlement immédiat en France impose aux exploitants de réaliser leurs opérations de démantèlement dans des délais aussi courts que possible, dans des conditions économiques acceptables (voir point 1.2).

Le démantèlement est caractérisé par une succession d'opérations qui tendent, progressivement, à diminuer la quantité de substances radioactives présentes dans l'installation, et donc par des risques évolutifs. Les travaux réalisés, parfois au plus près des substances radioactives, présentent toutefois des enjeux de radioprotection importants pour les travailleurs. D'autres risques augmentent, comme le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement ou certains risques classiques, comme les risques de chutes de charges liées aux manutentions de gros composants sur des chantiers en hauteur, d'incendies ou de brûlures lors de travaux par points chauds avec présence de matériaux combustibles, d'anoxie lors de chantiers confinés, d'instabilité de structures partiellement démontées, ou encore de risques chimiques durant les opérations de décontamination.

L'un des enjeux majeurs du démantèlement d'une installation est lié à la production d'un grand volume de déchets au regard de celui lié au fonctionnement. Il est nécessaire d'apprécier l'ampleur et la difficulté des travaux dès que possible dans la vie des installations (dès la conception pour les installations neuves), afin d'assurer le démantèlement des installations en toute sûreté et dans des délais aussi courts que possible.

Le bon déroulement des opérations de démantèlement est également conditionné par la disponibilité des installations « support » au démantèlement (installations d'entreposage, de traitement et de conditionnement des déchets, installations de traitement d'effluents) et de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits. Lorsque les exutoires finaux sont susceptibles de ne pas être disponibles lors de la production des déchets issus du démantèlement, les exploitants, de façon prudente, doivent mettre en place les installations nécessaires à l'entreposage sûr de ces déchets, dans l'attente de l'ouverture de la filière de stockage correspondante. Ce point fait d'ailleurs l'objet de prescriptions dans le décret du 23 février 2017 établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018 (PNGMDR) (voir chapitre 14).

L'ASN considère ainsi que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement (disponibilité des filières, gestion des flux de déchets). Ce sujet fait l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets établies par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), EDF et Orano (voir point 4).

Les démantèlements des installations anciennes du CEA et des usines de première génération d'Orano (en particulier les usines qui ont concouru à la politique de dissuasion de la France, comme les usines de diffusion gazeuse de l'installation nucléaire de base secrète (INBS, périmètre défense) de Pierrelatte au Tricastin et l'usine UP1 de l'INBS de Marcoule) vont conduire à une production très importante de déchets de très faible activité (TFA). Cette production importante dans les décennies à venir,

non anticipée et incompatible avec le dimensionnement actuel du Cires[1], a conduit aux travaux d'un groupe de travail du PNGMDR, dont sont issues plusieurs pistes de réflexion, parmi lesquelles la création d'un nouveau stockage centralisé, la valorisation de certains déchets métalliques ou des solutions de stockage sur place. L'ASN a pris position en 2020 sur les études transmises à ce sujet par les exploitants (voir chapitre 14).

1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement

À l'échelle internationale, de nombreux facteurs peuvent entrer en compte dans le choix d'une stratégie de démantèlement plutôt qu'une autre : la réglementation nationale, les facteurs socio-économiques, le financement des opérations, la disponibilité de filières d'élimination de déchets, de techniques de démantèlement et de personnel qualifié, la connaissance de l'historique d'exploitation, l'exposition du personnel et du public aux rayonnements ionisants induits par les opérations de démantèlement, etc. Ainsi, les pratiques et la réglementation diffèrent d'un pays à l'autre.

1.2.1 Le démantèlement immédiat

Le principe de démantèlement « dans des délais aussi courts que possible dans des conditions économiques acceptables » figure dans la réglementation applicable aux INB (arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB). Ce principe, affirmé depuis 2009 par l'ASN en matière de démantèlement et de déclassement des INB, a été inscrit au niveau législatif par la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. Cette approche vise à ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

La stratégie adoptée en France vise à ce que :
- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement et envoie à l'ASN son dossier de démantèlement avant l'arrêt du fonctionnement de son installation ;
- l'exploitant dispose de ressources financières pour assurer le financement du démantèlement, en couvrant les charges qu'il anticipe par des actifs dédiés ;
- les opérations de démantèlement se déroulent dans un délai aussi court que possible après l'arrêt de l'installation, délai qui peut néanmoins varier de quelques années à quelques décennies.

Le plan de démantèlement, document décrivant les opérations envisagées par l'exploitant pour démanteler son installation, vise en particulier à préparer et anticiper au mieux le démantèlement. Ce document est, depuis 2007, demandé dès la mise en service de l'installation, puis mis à jour régulièrement au cours de la vie de l'installation. Il capitalise le retour d'expérience d'exploitation, en identifiant les éventuels impacts sur les opérations de démantèlement à venir, et doit permettre à l'exploitant de justifier la stratégie de démantèlement retenue, sur la base de critères technico-économiques.

1.2.2 L'assainissement et l'atteinte de l'état final

Les opérations de démantèlement et d'assainissement d'une installation nucléaire doivent conduire à retirer progressivement les substances radioactives ou dangereuses des structures et des sols, en vue du déclassement de l'installation, correspondant à son retrait de la liste des INB. Les substances radioactives peuvent être issues des phénomènes d'activation ou de dépôt engendrés par les activités de l'INB. Des substances chimiques dangereuses peuvent également se trouver dans l'installation, du fait de l'utilisation de certains procédés ou équipements (hydrocarbures, acide fluorhydrique, sodium, etc.).

Dans certains cas, les substances radioactives ou dangereuses sont entraînées par migration dans les structures des bâtiments de l'INB, voire dans les sols du site et ses alentours, qui doivent en ce cas faire l'objet d'un assainissement. L'assainissement correspond aux opérations de réduction ou d'élimination de la radioactivité ou de toute autre substance dangereuse restant, aussi bien dans les structures que dans les sols.

L'ASN demande que les exploitants mettent en œuvre des pratiques d'assainissement tenant compte des meilleures connaissances scientifiques et techniques disponibles, dans des conditions économiques acceptables. Le scénario d'assainissement complet doit être envisagé systématiquement en tant que scénario de référence. Ce scénario, qui conduit à une libération inconditionnelle des bâtiments et des sites, permet en effet de garantir, sans aucune réserve, la protection des personnes et de l'environnement dans le temps.

En cas de difficultés techniques, économiques ou financières identifiées, l'exploitant peut soumettre, conjointement, à l'ASN, un ou plusieurs scénarios d'assainissement adaptés, compatibles avec les usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables). Il doit, en tout état de cause, apporter les éléments justifiant que le scénario de référence ne peut être mis en œuvre dans des conditions technico-économiques acceptables et que les opérations d'assainissement envisagées constituent un optimum technico-économique. L'ASN examine alors les scénarios présentés par l'exploitant et s'assure que l'assainissement sera mené aussi loin que raisonnement possible.

Dans tous les cas, l'ASN considère que la stratégie d'assainissement, mise en œuvre par l'exploitant, doit conduire à un état final de l'INB et de son site compatible avec un déclassement administratif.

Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après déclassement doit être aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA[2]). L'ASN n'est pas favorable à l'introduction de seuils généralisés et considère qu'il est préférable d'adopter une démarche d'optimisation, reposant sur des critères technico-économiques, en fonction des usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables).

À titre d'exemple, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) recommande, pour la libération inconditionnelle d'un site pollué par des substances radioactives, l'atteinte d'un état final correspondant à une exposition conduisant à une dose efficace annuelle de 10 microsieverts (µSv) – soit un centième de la dose limite annuelle de 1 millisievert (mSv) pour le public. Elle recommande par ailleurs, pour une dose efficace annuelle inférieure à 300 µSv, la mise en œuvre de restrictions d'usage en application des principes de la radioprotection (limitation, optimisation et justification de la dose reçue). Dans tous les cas,

1. *Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) de Morvilliers (Aube), ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA).*
2. *Principe ALARA (*As Low As Reasonably Achievable *– au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre).*

PHASES DE VIE D'UNE INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE

FIN DU FONCTIONNEMENT

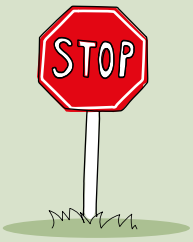
PHASE PRÉPARATOIRE AU DÉMANTÈLEMENT

Déclaration d'arrêt → Transmission du dossier de démantèlement → Arrêt définitif



2 ans maximum





Au moins 2 ans avant la date envisagée, l'exploitant déclare au ministre chargé de la sûreté nucléaire et à l'ASN son intention d'arrêter définitivement son installation.

Cette déclaration est portée à la connaissance du public.

Au plus tard 2 ans après la déclaration d'arrêt, l'exploitant doit transmettre au ministre son dossier de démantèlement.

Ce dossier présente les opérations de démantèlement envisagées par l'exploitant, ainsi que les dispositions qu'il prend pour en limiter les impacts sur les personnes et l'environnement.

À compter de la date d'arrêt définitif, l'exploitant n'est plus autorisé à faire fonctionner son installation.

Il commence à préparer le démantèlement de son installation.

Les opérations préparatoires au démantèlement consistent souvent à évacuer les substances radioactives et chimiques présentes dans l'installation (combustible usé), aménager les locaux (aménagement d'aires d'entreposage) ou à adapter les réseaux d'utilité (ventilation, distribution électrique).

une fois le site déclassé, l'exposition radiologique induite ne doit pas excéder la valeur réglementaire de 1 mSv sur une année pour l'ensemble des scénarios d'usage.

Cette position de l'ASN précise sa doctrine, qui est déclinée dans les guides relatifs aux opérations d'assainissement des structures (Guide n°14, disponible sur *asn.fr*), et à la gestion des sols pollués dans les installations nucléaires (Guide n°24, disponible sur *asn.fr*). Les dispositions de ces guides ont déjà été mises en œuvre dans de nombreuses installations, présentant des caractéristiques variées : réacteurs de recherche, laboratoires, usines de fabrication de combustible, etc.

1.3 L'encadrement du démantèlement

Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, elle doit être démantelée. Elle change donc de finalité par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création spécifiant les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation.

En conséquence, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le décret d'autorisation de création. Le démantèlement d'une installation nucléaire est donc prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin prévue du démantèlement et l'état final à atteindre. Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN vérifie la bonne mise en œuvre des opérations de démantèlement telles que prescrites par le décret de démantèlement.

Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. L'exploitant doit justifier, dans son dossier de démantèlement, que les opérations de démantèlement seront réalisées dans un délai aussi court que possible. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique, au cours de laquelle les riverains, les collectivités locales et la commission locale

DÉMANTÈLEMENT

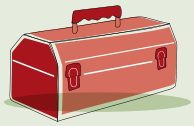
Décret de démantèlement



À partir du dossier de démantèlement déposé par l'exploitant, le ministre prescrit par décret les opérations de démantèlement qui seront réalisées sur l'installation, ainsi que la durée du démantèlement.

L'ASN peut également, par décision, prendre des prescriptions techniques visant à encadrer davantage le démantèlement.

Opérations de démantèlement



Le démantèlement concerne l'ensemble des opérations techniques réalisées en vue d'atteindre un état final permettant le déclassement de l'installation.

Il concerne le démantèlement électromécanique et l'assainissement des sols et des structures.

DÉCLASSEMENT

Décision de déclassement



Le déclassement consiste à retirer une installation de la liste des INB, ce qui suppose que l'installation n'est plus, dès lors, soumise au régime juridique et administratif des INB.

Le déclassement a lieu après la fin des opérations de démantèlement, sur la base d'un dossier présentant l'état final de l'installation.

En tant que de besoin, des restrictions d'usage peuvent être instaurées si certaines pollutions n'ont pas pu être retirées.

La mission de l'ASN s'arrête

d'information (CLI) sont sollicités. Les dossiers de démantèlement présentant les enjeux les plus significatifs sont, par ailleurs, soumis à l'examen du Groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM), mis en place en 2018.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret prescrivant le démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'un accord préalable de l'ASN, sur la base de dossiers de sûreté spécifiques.

Le schéma ci-dessus décrit la procédure réglementaire associée.

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement, réalisée dans le cadre de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet par exemple d'évacuer une partie des substances radioactives et chimiques (dont le combustible d'un réacteur nucléaire), ainsi que de préparer des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes, etc.). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation (cartographies radiologiques, analyse de l'historique de l'exploitation) indispensables pour établir les scénarios d'assainissement visés.

Le code de l'environnement prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, au moins tous les 10 ans. L'objectif de l'ASN est de s'assurer, par ces réexamens périodiques, que l'installation respecte les dispositions de son décret de démantèlement et les exigences de sûreté et de radioprotection associées jusqu'à son déclassement, en appliquant les principes de la défense en profondeur propres à la sûreté nucléaire, dans une logique proportionnée aux enjeux. En effet, si les opérations de démantèlement entraînent l'affaiblissement, voire la disparition des barrières physiques existantes, l'exploitant doit, en fonction des enjeux de sûreté et de radioprotection résiduels, maintenir des lignes de défense adaptées nécessaires à la protection des travailleurs et de l'environnement (mise en place de sas, ventilation nucléaire, balises de radioprotection, etc.).

À l'issue de son démantèlement, une INB peut être déclassée, sur décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle est alors retirée de la liste des INB et ne relève plus du régime concerné. L'exploitant doit notamment fournir, à l'appui de sa demande de déclassement, un dossier comprenant une description de l'état du site après démantèlement (analyse de l'état des sols, bâtiments ou équipements subsistant, etc.) et démontrant que l'état final prévu a bien été atteint. En fonction de l'état final atteint, l'ASN peut conditionner le déclassement d'une INB à la mise en place de servitudes d'utilité publique. Celles-ci peuvent fixer un certain nombre de restrictions d'usage du site et des bâtiments (limitation à un usage industriel, par exemple) ou de mesures de précaution (mesures radiologiques en cas d'affouillement[3], etc.). Une vingtaine d'installations, majoritairement d'anciens réacteurs de recherche, ont à ce jour été démantelées et déclassées sans être rattachées à une INB ou à une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

L'ASN instruit, au 31 décembre 2021, 19 dossiers de démantèlement d'installation définitivement arrêtée, dont le démantèlement n'a pas été encore prescrit ou dont les conditions de démantèlement sont substantiellement modifiées. Elle instruit également deux dossiers de déclassement d'installations dont les opérations de démantèlement se sont achevées.

1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

Le code de l'environnement, dans ses articles L. 594-1 à L. 594-10 et D. 594-1 à D. 594-18, définit le dispositif relatif à la sécurisation des charges nucléaires liées au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs. Ce dispositif est précisé par l'arrêté du 21 mars 2007 relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires.

Il vise à sécuriser le financement des charges nucléaires, dans la logique du principe « pollueur-payeur ». Les exploitants nucléaires doivent ainsi prendre en charge ce financement, par la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés, à hauteur des charges anticipées. Ces charges doivent être évaluées de manière prudente, en prenant en compte les différentes incertitudes. Les exploitants sont ainsi tenus de remettre au Gouvernement des rapports triennaux relatifs à ces charges et des notes d'actualisation annuelles. Le provisionnement se fait sous le contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas d'insuffisance ou d'inadéquation. La Direction générale du trésor et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC) constituent l'autorité administrative compétente pour ce contrôle. La DGEC saisit l'ASN afin de rendre un avis technique sur les hypothèses prises par les exploitants. Dans tous les cas, ce sont les exploitants nucléaires qui restent responsables du bon financement de leurs charges de long terme.

2 // La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques

À la fin de l'année 2021, 35 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France, soit environ un quart des INB (voir carte page 342). Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du « cycle du combustible », installations support, etc.) et les enjeux du démantèlement diffèrent d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement et aux conditions d'intervention au plus près de zones contaminées ou activées. Les enjeux de sûreté et de radioprotection sont d'autant plus élevés que les installations contiennent des déchets historiques ; c'est le cas, en particulier, des anciennes usines de traitement de combustibles irradiés d'Orano ou des anciennes installations d'entreposage du CEA.

2.1 Les réacteurs électronucléaires

2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression

Le démantèlement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) bénéficie d'un retour d'expérience acquis sur de nombreux projets à l'international et la conception de ces réacteurs facilite leur démantèlement par rapport à d'autres technologies de réacteur. Le démantèlement de ce type d'installation ne présente ainsi pas d'enjeu technique majeur et sa faisabilité est acquise. Toutefois, quelle que soit la durée de vie des réacteurs en fonctionnement, EDF sera confrontée au démantèlement simultané de plusieurs REP dans les prochaines années. EDF devra donc s'organiser pour industrialiser le démantèlement afin de respecter l'obligation de démantèlement de chaque installation dans un délai aussi court que possible.

Le premier chantier de démantèlement des REP en France est celui du réacteur Chooz A (INB 163). Il s'agit d'un modèle réduit par rapport aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Il présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. Le démantèlement de la cuve de Chooz A est en cours depuis 2014 et devrait se poursuivre dans les délais prescrits.

La centrale nucléaire de Fessenheim a été arrêtée définitivement en 2020. Il s'agira des deux premiers réacteurs de 900 mégawatts électriques à être démantelés en France. Le démantèlement des réacteurs de Fessenheim constituera donc également un retour d'expérience important pour les autres REP d'EDF.

2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression

Les réacteurs électronucléaires autres que les REP correspondent tous à des prototypes industriels. Ce sont les réacteurs de première génération de type uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) ainsi que le réacteur à eau lourde EL4-D sur le site de Brennilis, et les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, Phénix et Superphénix. Le démantèlement de ces réacteurs est caractérisé par l'absence de retour d'expérience (REX) en France et à l'international. Compte tenu de leur caractère unique, il est donc nécessaire de concevoir et réaliser des opérations spécifiques et complexes pour les démanteler. En outre, certains de ces réacteurs sont arrêtés depuis plusieurs décennies, ce qui a conduit à une perte de connaissance de l'installation et de son exploitation ainsi que des compétences associées.

3. L'affouillement est le creusement volontaire d'un sol par extraction de terre en raison de travaux sur un terrain (par exemple, creusement des fondations d'une construction).

Comme pour les REP, le démantèlement commence par le retrait du combustible nucléaire, qui permet de retirer 99 % de la radioactivité présente dans l'installation. Les puissances thermiques de ces réacteurs étant assez élevées (toutes supérieures à 250 megawatts thermiques – MWth), leur démantèlement nécessite la mise en œuvre de moyens téléopérés dans certaines zones, fortement irradiantes (cœur du réacteur).

Les réacteurs UNGG ont la particularité d'être des réacteurs de grandes dimensions et très massifs, nécessitant notamment des techniques de découpe et d'accès innovantes, dans des conditions d'irradiation élevées. Le démantèlement de ces réacteurs conduira EDF à gérer des volumes de déchets significatifs. L'exutoire final de certains de ces déchets est en cours de définition, comme les briques de graphite, représentant environ 15 000 tonnes de déchets qui seront produits, pour lesquelles un stockage adapté aux déchets nucléaires de faible activité à vie longue (FA-VL) est envisagé.

Le démantèlement du réacteur prototype à eau lourde (EL4-D) a été ralenti, d'une part en raison de l'absence de retour d'expérience concernant les techniques de démantèlement à mettre en œuvre, d'autre part en raison de difficultés concernant l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda, voir le Panorama régional en introduction de ce rapport) qui doit prendre en charge certains des déchets de ce démantèlement.

Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix et Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et la sûreté de ses procédés de traitement.

2.2 Les installations de recherche

2.2.1 Les laboratoires de recherche

Quatre laboratoires de recherche sont en cours de démantèlement ou en préparation au démantèlement. Il s'agit du laboratoire de haute activité (LHA) de Saclay (INB 49), du laboratoire de purification chimique (LPC) de Cadarache (INB 54), de l'atelier des matériaux irradiés (AMI) de Chinon (INB 94) et du laboratoire dénommé Procédé de Fontenay-aux-Roses (INB 165). Ces laboratoires ont démarré dans les années 1960 ; ils étaient dédiés à la recherche réalisée en soutien au développement de la filière électronucléaire en France.

Ces installations très anciennes sont toutes confrontées à la problématique de gestion des déchets dits « historiques », entreposés sur place à une époque où les filières de gestion n'avaient pas été mises en place : déchets nucléaires de moyenne activité à vie longue (MA-VL), déchets sans filière (par exemple contenant de l'amiante, du mercure, etc.). Par ailleurs, des incidents ont eu lieu lors de leur exploitation, contribuant à l'émission de substances radioactives à l'intérieur et à l'extérieur des enceintes de confinement et à des pollutions plus ou moins importantes des structures et des sols, ce qui rend les démantèlements difficiles et longs. Une des étapes les plus importantes – et parfois difficile du fait d'archives incomplètes – du démantèlement de ce type d'installation consiste donc à établir le plus précisément possible l'inventaire des déchets et l'état radiologique de l'installation, pour définir les étapes du démantèlement et les filières de gestion des déchets.

2.2.2 Les réacteurs de recherche

À la fin de l'année 2021, neuf réacteurs expérimentaux sont définitivement arrêtés : Rapsodie (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium), Masurca, Éole et Minerve (maquettes critiques), Phébus (réacteur d'essai), Osiris et Orphée (réacteurs de type « piscine »), Ulysse et Isis (réacteurs d'enseignement). Ces réacteurs sont caractérisés par une puissance plus faible (de 100 watts thermiques à 70 MWth) que les réacteurs électronucléaires. Leur démantèlement n'avait pas été anticipé au moment de leur conception, dans les années 1960 à 1980.

L'une des problématiques majeures du démantèlement est la mémoire de la conception et de l'exploitation de l'installation. Ainsi, le maintien de compétences et la phase de caractérisation de l'installation visant à définir son état initial (état de l'installation au début du démantèlement) présentent une importance cruciale. Lors du démantèlement, ces installations présentent généralement un faible terme source radiologique, puisque l'une des premières opérations après l'arrêt définitif consiste à évacuer le combustible usé. L'un des principaux enjeux réside dans la production de volumes importants de déchets TFA et dans leur gestion, afin d'assurer leur entreposage puis leur élimination par une filière appropriée.

Les réacteurs de recherche bénéficient d'un retour d'expérience significatif, lié au démantèlement de nombreuses installations similaires en France (Siloé, Siloette, Mélusine, Harmonie, Triton[4], le réacteur universitaire de Strasbourg – RUS) et à l'international. Leur démantèlement se fait habituellement sur des durées de l'ordre de la dizaine d'années. La majorité de ces réacteurs a été démolie avec envoi des déchets en filière conventionnelle, après assainissement des zones activées ou contaminées.

2.3 Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »

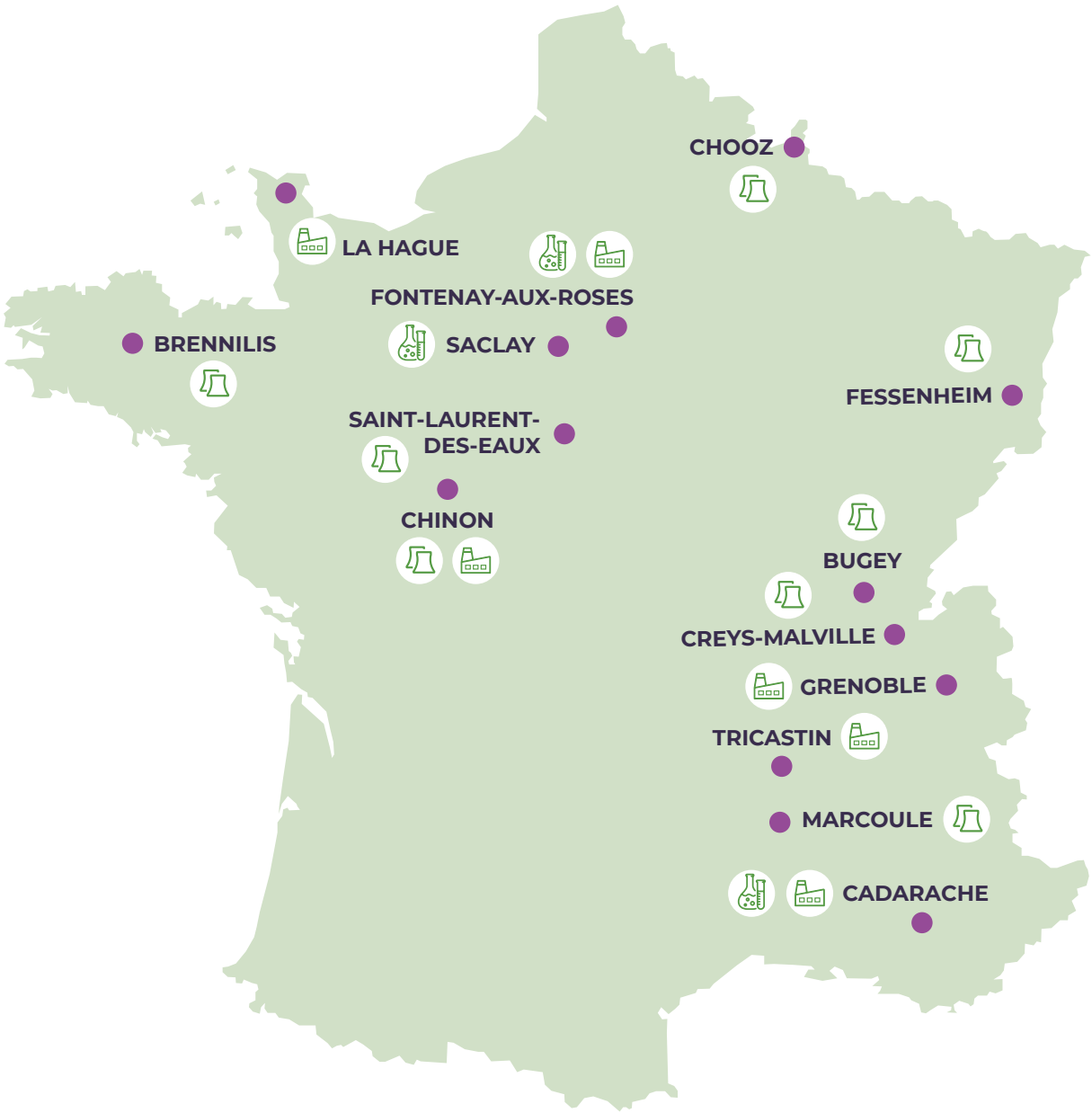
Deux installations de l'amont du « cycle du combustible » sont en démantèlement. Elles sont situées sur le site du Tricastin, l'une spécialisée dans l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse (INB 93), l'autre dans la conversion de l'uranium (INB 105).

Les matières radioactives mises en œuvre lors du fonctionnement de ces usines étaient uniquement des substances uranifères. Une des spécificités de ces installations réside dans la présence de contaminations radioactives liées à la présence d'isotopes de l'uranium, émetteurs de particules « alpha ». Les enjeux de radioprotection sont donc en grande partie liés au risque de contamination interne.

Par ailleurs, ces installations sont également des installations anciennes, dont l'historique de fonctionnement est mal connu. La détermination de l'état initial, et en particulier des pollutions présentes dans les sols sous les structures, demeure donc un enjeu important. De plus, les procédés industriels mis en œuvre à l'époque impliquaient l'utilisation de substances chimiques toxiques en quantités importantes (uranium, trifluorure de chlore ou fluorure d'hydrogène, par exemple) : le confinement de ces substances chimiques représente donc également un enjeu sur ces installations et peut donc nécessiter la mise en place de moyens dédiés (ventilation, sas de confinement, masques de protection des voies respiratoires, etc.).

4. Triton fut l'un des premiers réacteurs de recherche très compacts et très souples, de type piscine, dénommés « MTR » (Material Test Reactor). Triton (6,5 MWth) fut implanté en 1959 à Fontenay-aux-Roses.

35 INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DÉFINITIVEMENT ARRÊTÉES OU EN COURS DE DÉMANTÈLEMENT AU 31 DÉCEMBRE 2021



LÉGENDE

Réacteur | Usine | Laboratoire et réacteur de recherche

BRENNILIS

RÉACTEUR — EDF

INB 162 • EL4-D
- Mise en service : 1967
- En démantèlement

BUGEY

RÉACTEUR — EDF

INB 45 • Bugey 1
- Mise en service : 1972
- En démantèlement

CADARACHE

RÉACTEURS DE RECHERCHE — CEA

INB 25 • Rapsodie
- Mise en service : 1967
- Arrêt définitif

INB 39 • Masurca
- Mise en service : 1966
- Arrêt définitif

INB 42 • ÉOLE
- Mise en service : 1965
- Arrêt définitif

INB 92 • Phébus
- Mise en service : 1978
- Arrêt définitif

INB 95 • Minerve
- Mise en service : 1977
- Arrêt définitif

FABRICATION, TRANSFORMATION OU ENTREPOSAGE DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

INB 32 • Atelier de technologie du plutonium – ATPu
- Mise en service : 1962
- En démantèlement

INB 52 • Atelier d'uranium enrichi – ATUe
- Mise en service : 1963
- En démantèlement

INB 37-B • Station de traitement des effluents – STE
- Mise en service : 2015 (2)
- Arrêt définitif

INB 53 • Magasin central des matières fissiles – MCMF
- Mise en service : 1966
- Arrêt définitif

INB 54 • Laboratoire de purification chimique – LPC
- Mise en service : 1966
- En démantèlement

CHINON

UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES — CEA

INB 94 • Atelier des matériaux irradiés – AMI
- Mise en service : 1964
- En démantèlement

RÉACTEURS

INB 133 – INB 153 – INB 161 • Chinon A1D – A2D – A3D
- Mise en service : 1963 – 1965 – 1966
- A1D et A2D : arrêt définitif
- A3D : en démantèlement

CHOOZ

RÉACTEUR — EDF

INB 163 • Chooz A
- Mise en service : 1967
- En démantèlement

CREYS-MALVILLE

RÉACTEUR — EDF

INB 91 • Superphénix
- Mise en service : 1985
- En démantèlement

FESSENHEIM

RÉACTEURS — EDF

INB 75 • Fessenheim 1 – 2
- Mise en service : 1977
- Arrêt définitif

FONTENAY-AUX-ROSES

INSTALLATION DE RECHERCHE — CEA

INB 165 • Procédé
- Mise en service : 2006 (1)
- En démantèlement

INSTALLATION DE TRAITEMENT D'EFFLUENTS ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS

INB 166 • Support
- Mise en service : 2006 (1)
- En démantèlement

GRENOBLE

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES — CEA

INB 36 • Station de traitement des effluents et déchets solides – STED
- Mise en service : 1964
- En démantèlement

INB 79 • Unité d'entreposage de déchets de haute activité
- Mise en service : 1972
- En démantèlement

LA HAGUE

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES — Orano Recyclage

INB 33 • Usine de traitement des combustibles irradiés – UP2-400
- Mise en service : 1964
- En démantèlement

INB 38 • Station de traitement des effluents et déchets solides – STE2
- Mise en service : 1964
- En démantèlement

INB 47 • Atelier ELAN IIB
- Mise en service : 1970
- En démantèlement

INB 80 • Atelier haute activité oxyde – HAO
- Mise en service : 1974
- En démantèlement

MARCOULE

RÉACTEUR — CEA

INB 71 • Phénix
- Mise en service : 1973
- En démantèlement

SACLAY

RÉACTEURS DE RECHERCHE — CEA

INB 18 • Ulysse
- Mise en service : 1961
- En démantèlement

INB 40 • Osiris-Isis
- Mise en service : 1966
- Arrêt définitif

INB 101 • Orphée
- Mise en service : 1980
- Arrêt définitif

UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

INB 49 • Laboratoire de haute activité – LHA
- Mise en service : 1954
- En démantèlement

SAINT-LAURENT-DES-EAUX

RÉACTEURS — EDF

INB 46 • Saint-Laurent A1 – A2
- Mise en service : 1969 et 1971
- En démantèlement

TRICASTIN

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES — Orano Chimie Enrichissement

INB 105 • Usine Comurhex de préparation d'hexafluorure d'uranium
- Mise en service : 1978
- En démantèlement

INB 93 • Usine Georges Besse de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion
- Mise en service : 1979
- En démantèlement

(1) Cette date résulte de la réunion des anciennes INB mises en service en 1966 et 1968.

(2) Cette date résulte de la séparation de l'INB 37 (mise en service en 1964) en deux INB : 37-A et 37-B.

OBSERVATOIRE DES PROJETS DE REPRISE ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS

Le nombre et l'importance des projets de reprise et de conditionnement des déchets (RCD), que les exploitants doivent mener en parallèle du démantèlement, les a conduits à prioriser ceux qui présentaient les enjeux de sûreté les plus importants. Jugés prioritaires, ces projets concernent des installations anciennes du site d'Orano La Hague et des sites du CEA (Cadarache, Fontenay-aux-Roses et Saclay). Ces opérations complexes et coûteuses, nécessitent la mise en place de moyens spécifiques et peuvent s'étendre sur plusieurs années, voire plusieurs dizaines d'années. Pour les projets prioritaires, elles concernent le plus souvent des déchets de moyenne activité à vie longue (MA-VL), pour lesquels de nouveaux procédés de RCD doivent être définis. Le tableau ci-après vise à présenter de manière synthétique les principaux enjeux de sûreté sur ces projets prioritaires et les difficultés rencontrées dans leur mise en œuvre ainsi que les échéances associées.

CEA Cadarache

	Opération et description	Enjeu	Difficultés rencontrées	Échéance [1]	Observations de l'ASN
INB 56	**Reprise et conditionnement de** l'ensemble des déchets en vrac moyennement irradiants présents dans des fosses (projet vrac MI)	**Sûreté des fosses contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique**	• Construction d'un nouveau bâtiment et mise en service d'un procédé de reprise entièrement automatisé nécessitant d'importantes opérations préalables • Définition du procédé de conditionnement définitif	**Non disponible**	Des investigations préliminaires des fosses contenant les déchets sont en cours. L'instruction par l'ASN du dossier de démantèlement, pour ce projet, d'un niveau de maturité d'avant-projet détaillé, est en cours [2].

CEA Saclay

	Opération et description	Enjeu	Difficultés rencontrées	Échéance [1]	Observations de l'ASN
INB 72	**Reprise et conditionnement** de fûts contenant un mélange de déchets et de morceaux de combustibles (procédé EPOC)	**Sûreté des entreposages vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique**	• Construction des équipements de reprise • Adaptation des équipements de reprise quel que soit l'état envisagé des déchets	**2029 (mise en service des procédés EPOC)**	Les études de dimensionnement du procédé sont achevées, la prochaine étape est la construction des équipements. La mise en service était initialement prévue en 2023. Cette échéance a été reportée en 2029 en raison de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles.
	Désentreposage et vidange de la **piscine**		Disponibilité des filières d'évacuation et de conditionnement des déchets	**31/12/2024**	Les opérations d'évacuation sont en cours. Compte tenu de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles, les échéances initiales ont été reportées de plusieurs années.
	Zone des 40 puits: Désentreposage des déchets irradiants			**31/12/2030**	
	Désentreposage des **massifs 108 et 116**			**30/06/2023**	
	Désentreposage des résines échangeuses d'ions et des sources du **bâtiment 116**		Disponibilité de l'unique emballage de transport pour les sources, qui est mutualisé entre plusieurs installations	**31/12/2022 pour les résines et de 2023 à 2025 pour les sources**	

CEA Fontenay-aux-Roses

	Opération et description	Enjeu	Difficultés rencontrées	Échéance [1]	Observations de l'ASN
INB 166	**Reprise des déchets entreposés** dans les puits du bâtiment 58	**Reprise des déchets pour permettre le démantèlement des installations situées dans une zone fortement urbanisée**	• Construction du nouvel équipement de mesure et de conditionnement (EMC) • Disponibilité des filières d'évacuation des déchets	**01/07/2018**	L'ASN instruit actuellement une demande de modification des décrets autorisant le démantèlement des INB 165 et 166. Compte tenu de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles, notamment la connaissance de l'état initial des cellules bindées contenant des déchets anciens, l'échéance de fin de reprise sera reportée de plusieurs décennies.
INB 165	**Conditionnement des déchets** MA-VL en fûts PETRUS et caractérisation des déchets issus du démantèlement de l'ensemble PETRUS		Construction de la nouvelle enceinte de transfert et de conditionnement des déchets (ETCB)	**01/07/2017**	

Orano La Hague

	Opération et description	Enjeu	Difficultés rencontrées	Échéance (1)	Observations de l'ASN
INB 38	**Silo 130** : Fin de reprise des déchets solides uranium naturel graphite-gaz ou UNGG (MA-VL)	**Sûreté à court-terme du silo vis-à-vis du confinement ou d'un aléa sismique**	Maintien des conditions d'entreposage satisfaisantes des colis issus des opérations de reprise sur des périodes prolongées	**31/12/2022**	La reprise a débuté en février 2020 et le passage à une cadence industrielle est envisagée au cours de l'année 2022. L'échéance de fin de reprise sera donc reportée.
	Silo 130 : Fin de reprise des effluents actifs et boues		Caractérisation des déchets présents dans les silos	**31/12/2022**	Le scénario de reprise est déterminé. Les études se poursuivent pour confirmer sa faisabilité. Cette opération intervenant à l'issue de la reprise des déchets solides UNGG (MA-VL), l'échéance de fin de reprise sera donc reportée.
	Silo 130 : Fin de conditionnement des déchets solides UNGG (MA-VL)	**Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation en couche géologique profonde**	Définition du procédé de conditionnement définitif	**31/12/2025**	Le conditionnement en colis définitif acceptable dans une installation de stockage en couche géologique profonde est reporté de plusieurs dizaines d'années (2).
	RCB (3) : Début de reprise des boues entreposées dans des silos de la Station de traitement des effluents et déchets solides (STE2)	**Sûreté des silos vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique**	Définition de la matrice d'enrobage des boues, développement puis mise en service du procédé de traitement des boues	**01/01/2020**	La nouvelle stratégie de reprise et de gestion des boues est en cours de révision en 2022. Les échanges techniques se poursuivent avec Orano sur la solution technique à privilégier. L'échéance de début et de fin de reprise seront donc reportées significativement.
	RCB (3) : Fin de reprise des boues entreposées dans des silos de STE2			**31/12/2025**	
	RCB (3) : Fin de conditionnement des boues issues des silos de STE2	**Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation en couche géologique profonde**	Définition du procédé de conditionnement définitif	**31/12/2030**	Le conditionnement en colis définitif acceptable dans une installation de stockage en couche géologique profonde sera reporté de plusieurs dizaines d'années (2).
INB 33	**Fin du conditionnement de solutions PF UMo** (4) contenues dans trois cuves d'entreposage	**Déchets liquides de haute activité, à mettre sous forme de déchets solides stables**		**31/12/2020**	Opérations achevées en juillet 2020.
INB 80	**Silo HAO :** Début de reprise des déchets solides MA-VL et des effluents actifs	**Sûreté du silo vis-à-vis du confinement, de l'aléa sismique ou de la tenue à une chute d'avion**	-	**30/06/2022**	Compte tenu de difficultés liées à l'exploitation et à la maintenance du procédé envisagé, le scénario de reprise a été actualisé en 2021. L'ASN instruit la demande d'autorisation de mise en service actif des équipements. Les premiers essais avec des substances radioactives sont prévus dans les prochaines années. L'échéance de début de reprise sera donc reportée de quelques années.
	Silo HAO : Fin du conditionnement des déchets du silo HAO	**Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation en couche géologique profonde**	Compatibilité des colis avec la démonstration de sûreté d'une installation de stockage en couche géologique profonde	**31/12/2022**	Cette opération intervenant à l'issue de la reprise des déchets du silo HAO, l'échéance de fin du conditionnement sera donc reportée.

(1) Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.
(2) Compte tenu de la complexité des opérations, une modification de l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement sera nécessaire.
(3) Reprise et conditionnement des boues de certains silos de STE2 de l'INB 38.
(4) Produits de fission issus du retraitement des combustibles uranium/molybdène utilisés pour les réacteurs UNGG.

2.4 Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »

Les installations civiles de l'aval du « cycle du combustible » sont constituées des piscines d'entreposage des combustibles usés, des usines de traitement des combustibles usés et des entreposages des déchets du procédé de traitement. Ces installations, exploitées par Orano, sont situées sur le site de La Hague.

La première installation de traitement de La Hague a été mise en service en 1966, initialement pour le traitement du combustible des réacteurs de première génération UNGG. Cette installation, l'INB 33, dénommée UP2-400, pour « unité de production 2-400 tonnes », a été définitivement arrêtée le 1er janvier 2004 avec ses ateliers support : la station de traitement des effluents STE2 et l'atelier de traitement des combustibles usés AT1 (INB 38), l'atelier de fabrication de sources radioactives ELAN IIB (INB 47) et l'atelier « haute activité oxyde » (HAO), créé pour le traitement des combustibles des réacteurs à « eau légère » (INB 80).

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement UP2-800 et UP3-A, la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés sans être traités ni conditionnés. Le démantèlement se fait donc en parallèle des opérations de reprise et conditionnement des déchets anciens (RCD). Tenant compte des quantités, des formes physico-chimiques, de la radiotoxicité des déchets contenus dans ces ateliers, l'exploitant doit développer des moyens et des compétences faisant appel à des techniques d'ingénierie complexes (radioprotection, chimie, mécanique, électrochimie, robotique, intelligence artificielle, etc.). En effet, ces déchets sont très irradiants et sont composés d'éléments de structure issus du traitement de combustibles, de déchets technologiques, de gravats, de terres, de boues. Certains déchets ont été entreposés en vrac, sans tri préalable. Les opérations de reprise nécessitent donc des moyens de préhension téléopérés, des systèmes de convoyage, de tri, des systèmes de pompage des boues et de conditionnement des déchets. Le développement de ces moyens et la réalisation des opérations dans des conditions acceptables de sûreté et de radioprotection constituent un enjeu majeur pour l'exploitant. Ces opérations pouvant durer plusieurs décennies, la maîtrise du vieillissement des installations est aussi un défi.

Actuellement, une dizaine de projets de ce type sont en cours dans les ateliers anciens. Ils vont se dérouler sur plusieurs décennies et sont un préalable au démantèlement complet de ces ateliers, alors que le démantèlement des parties de procédé de l'usine se poursuit avec des techniques plus classiques.

2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

Un bon nombre de ces installations, la plupart mises en service dans les années 1960, dont le niveau de sûreté n'est pas conforme aux meilleures pratiques actuelles, ont été arrêtées.

Les anciennes installations d'entreposage n'ont pas initialement été conçues pour permettre l'évacuation de leurs déchets et, pour certaines, le stockage de ces déchets y était envisagé comme définitif. À titre d'exemples, on peut citer les silos de Saint-Laurent-des-Eaux (INB 74), ceux de l'usine Orano de La Hague (silos 115 et 130 dans l'INB 38, silo HAO dans l'INB 80), les fosses et tranchées de l'INB 56, les puits de l'INB 72 et de l'INB 166. La reprise des déchets y est complexe et s'étendra sur plusieurs décennies. Les déchets doivent être ensuite conditionnés et réentreposés dans de bonnes conditions de sûreté. De nouvelles installations de conditionnement et d'entreposage sont ainsi en projet ou en cours de construction.

Les stations de traitement des effluents (STE) ont quant à elles été arrêtées du fait de leur vieillissement ou de l'arrêt du fonctionnement des installations productrices des effluents destinés à ces STE. À titre d'exemples, on peut citer la station de traitement des effluents et des déchets radioactifs (STED) de Fontenay-aux-Roses, l'INB 37-B de Cadarache, la STE2 de l'usine de La Hague et la STE de Brennilis. Les difficultés associées au démantèlement des STE dépendent étroitement des conditions de l'arrêt de ces dernières, en particulier de leur vidange et du rinçage des cuves.

Le démantèlement de ces installations support soulève de nombreuses problématiques. D'une part, la méconnaissance de l'historique d'exploitation et de l'état de l'installation à démanteler (prise en compte de la corrosion de fûts de déchets ou de pollution des sols résultant d'événements significatifs survenus lors de l'exploitation, par exemple) nécessite une caractérisation préalable des déchets anciens entreposés et des boues ou dépôts dans les cuves des STE. D'autre part, la difficulté d'accès aux déchets pour permettre leur reprise, qui n'était pas prise en compte à la conception (silos, tranchées, fosses bétonnées, exiguïté des locaux, etc.), nécessite la construction coûteuse d'infrastructures conformes aux exigences de sûreté actuelles et conduit à des durées de reprise longues. Un certain nombre d'aléas industriels sont rencontrés lors de la mise en œuvre de ces opérations, ce qui conduit à des délais supplémentaires.

3 // Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée

3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations

L'ASN assure le contrôle des installations en démantèlement, comme elle le fait pour les installations en fonctionnement. En particulier, le régime des INB s'applique également aux installations arrêtées définitivement. L'ASN met en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation.

Les enjeux associés aux installations en démantèlement diffèrent de ceux en fonctionnement. Par exemple, les risques de rejets importants hors du site diminuent avec l'avancement des opérations de démantèlement, car la quantité de substances radioactives décroît. Aussi, les exigences liées à la maîtrise des risques et inconvénients sont proportionnées aux enjeux portés par ces installations. L'ASN considère ainsi qu'il n'est généralement pas opportun d'engager des travaux de renforcement significatifs sur une installation en démantèlement, à condition que les opérations de démantèlement conduisent, dans des délais courts, à la réduction des sources de danger.

3.2 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement

Compte tenu de la diversité des installations et des situations concernées, chaque réexamen nécessite la mise en œuvre d'un mode d'instruction adapté. Certaines installations en démantèlement méritent une attention particulière au regard

des risques qu'elles présentent ; elles peuvent faire l'objet d'un examen par le GPDEM. D'autres installations, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

En 2021, l'ASN a poursuivi l'instruction des rapports de réexamen d'une vingtaine d'installations en démantèlement reçus depuis 2015. Des inspections sur le thème du réexamen périodique ont eu lieu en 2021 sur quatre installations en démantèlement. Ces inspections permettent de contrôler les moyens mis en œuvre par l'exploitant pour mener son réexamen ainsi que le suivi du plan d'action résultant de ses conclusions. Elles ont fait l'objet de différentes demandes d'actions correctives et de compléments.

En 2021, l'ASN a rendu publiques ses conclusions concernant le réexamen des réacteurs UNGG (INB 45, 46, 133, 153 et 161), de Superphénix (INB 91), de Rapsodie (INB 25), du MCMF (INB 53), du parc d'entreposage de Cadarache (INB 56), des ATUe (INB 52) et de l'AMI Chinon (INB 94).

3.3 Le financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

Le cadre réglementaire de la sécurisation des fonds nécessaires à la gestion des charges de long terme pour le démantèlement et la gestion des déchets est présenté au point 1.4.

Le 13 août 2020, l'ASN a publié l'avis n° CODEP-CLG-2020-040124 du 6 août 2020 relatif à l'instruction des rapports triennaux remis en 2019 par les exploitants, portant sur les comptes clôturés fin 2018. Les prochains rapports triennaux seront remis en 2022.

L'ASN relève que le périmètre d'évaluation des charges reste incomplet et n'indique pas certaines opérations à forts enjeux financiers. En particulier, les exploitants sont imprécis sur le financement des opérations préparatoires au démantèlement et ne prennent pas en compte, dans l'évaluation des coûts, la caractérisation et la gestion des pollutions des sols et des structures, les opérations d'assainissement complet ainsi que les coûts des travaux pour maintenir les installations sur l'ensemble de leur durée de vie.

En outre, l'ASN souligne que les hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts complets doivent être réévaluées, afin d'être raisonnablement prudentes pour ce qui concerne la planification des projets et programmes de démantèlement, en tenant compte des risques liés à l'indisponibilité des installations d'entreposage, de traitement et de stockage.

De plus, l'ASN estime que les prévisions de coûts à terminaison des projets doivent être plus détaillées et mieux justifiées, notamment au regard de l'avancement constaté des projets, les retards pris dans les calendriers de démantèlement pouvant renchérir les coûts à terminaison.

Enfin, l'ASN considère que les hypothèses d'évaluation de la gestion des matières et déchets radioactifs proposées ne sont pas suffisamment prudentes. Ainsi, elles n'incluent pas systématiquement la gestion des stockages historiques ni les incertitudes concernant la gestion des déchets FA-VL. De même, les exploitants ont tendance à surestimer les perspectives de valorisation de certaines matières et à sous-estimer les actions à mener vis-à-vis des déchets bitumés.

L'ASN a instruit en 2021 l'actualisation de ces rapports triennaux et a transmis ses observations au ministère chargé de l'environnement.

4 // L'évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants

Dans un contexte où de nombreuses installations sont arrêtées depuis plusieurs décennies, avec une perte de la connaissance des installations, des structures vieillissantes et parfois une quantité importante de déchets encore présente, l'avancement des opérations de démantèlement fait partie des enjeux majeurs pour la sûreté des installations arrêtées. Or, l'ASN a constaté que la plupart de ces opérations prenaient des retards importants. L'ASN demande donc au CEA, à EDF et à Orano de présenter, tous les 10 à 15 ans, leur stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs, ce qui permet de disposer d'une vision globale des projets de démantèlement et des filières de gestion nécessaires à l'évacuation des déchets radioactifs produits pendant les opérations de démantèlement.

En ce qui concerne le démantèlement, les exploitants doivent notamment justifier, principalement par des analyses de sûreté, les opérations prioritaires. Cette hiérarchisation permet de contrôler que les moyens les plus importants seront consacrés aux opérations à plus fort enjeu, même si certains projets connaissent des retards importants.

En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'ASN vérifie la cohérence des actions envisagées avec le cadre réglementaire et les orientations du PNGMDR. L'évaluation des stratégies de gestion des déchets radioactifs est présentée au chapitre 14.

4.1 L'évaluation de la stratégie d'EDF

Le premier dossier relatif à la stratégie de démantèlement des réacteurs définitivement à l'arrêt d'EDF (Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1 et A2, Bugey 1, EL4-D, Chooz A et Superphénix) a été transmis en 2001 à la demande de l'ASN. Le démantèlement immédiat avait été retenu comme stratégie de référence. Cette stratégie a été régulièrement mise à jour, afin d'ajuster le calendrier de démantèlement ou encore d'y intégrer les études complémentaires demandées par l'ASN et des éléments relatifs au démantèlement futur du parc de réacteurs en fonctionnement.

Pour les six réacteurs de première génération de type UNGG (Chinon A1-A2 et A3, Saint-Laurent A1 et A2 et Bugey 1), EDF a annoncé à l'ASN, en mars 2016, un changement complet de stratégie remettant en cause le principe retenu (« sous eau ») pour réaliser le démantèlement de ces réacteurs et le cadencement des démantèlements, conduisant ainsi à retarder le démantèlement de l'ensemble des réacteurs UNGG de plusieurs décennies. L'ASN se prononcera sur les délais de démantèlement présentés par EDF dans les dossiers de démantèlement qui seront remis fin 2022, qui pourront également être revus s'il apparaît dans les décennies à venir que des optimisations de ce scénario sont possibles compte tenu du retour d'expérience acquis. Cette stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG est encadrée par deux décisions n° 2020-DC-0686 et n° CODEP-CLG-2020-021253 de l'ASN du 3 mars 2020.

Ces décisions fixent les prochaines étapes nécessaires au changement de stratégie de démantèlement : le dépôt des dossiers de démantèlement correspondant à ces nouvelles techniques de démantèlement fin 2022, la définition d'une stratégie robuste de gestion des déchets, les opérations de démantèlement à poursuivre au cours des prochaines années et la mise en service d'un démonstrateur industriel début 2022, ainsi que les informations à transmettre à l'ASN pour contrôler la mise en œuvre effective de la stratégie.

L'ASN considère qu'il est justifié qu'EDF développe un démonstrateur industriel avant le démantèlement des caissons des

réacteurs, mais qu'il convient néanmoins que le démantèlement des différents réacteurs soit engagé dans des délais raisonnables au regard de l'obligation de démantèlement dans des délais aussi courts que possible.

Concernant les autres installations d'EDF arrêtées (notamment Chooz A, l'AMI Chinon, EL4-D, Superphénix), leur démantèlement est en cours et l'obligation d'un démantèlement dans un délai aussi court que possible est globalement respectée.

4.2 L'évaluation de la stratégie d'Orano

Le démantèlement d'installations anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener à court, moyen et long termes plusieurs projets de démantèlement de grande envergure (usine UP2-400 de La Hague, usine Eurodif Production, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte, etc.). La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des déchets radioactifs, compte tenu de la quantité et du caractère non standard et difficilement caractérisable des déchets produits lors des opérations antérieures d'exploitation ainsi que les opérations actuelles de démantèlement.

Par ailleurs, Orano doit réaliser, dans des installations anciennes d'entreposage, des opérations particulières de RCD. Des échéances de réalisation ont été prescrites par l'ASN, en particulier pour le site de La Hague. La réalisation de ces opérations de RCD conditionne la progression du démantèlement de l'usine UP2-400, la RCD figurant parmi les premières étapes du démantèlement de l'usine. Les chantiers de RCD revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire de substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles. Les projets de RCD se caractérisent, de plus, par une complexité importante, du fait des interactions avec les usines en fonctionnement sur le site. À la suite de difficultés constatées lors des instructions de dossiers relatifs aux opérations de RCD et de démantèlement du site d'Orano La Hague et des retards dans la réalisation des opérations par rapport aux échéances prescrites, l'ASN et Orano ont convenu de mettre en place un suivi régulier afin d'anticiper et traiter d'éventuelles situations de blocage et d'identifier les actions à mettre en place de façon pragmatique pour réaliser les opérations de RCD et de démantèlement dans les meilleurs délais.

Orano a transmis en juin 2016, à la demande de l'ASN et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets. Le dossier comprend également la déclinaison de cette stratégie sur les sites de La Hague et du Tricastin. Le site du Tricastin inclut une INBS, d'où une démarche de contrôle conjointe d'Orano par l'ASN et l'ASND (voir Fait marquant).

4.3 L'évaluation de la stratégie du CEA

Compte tenu du nombre et de la complexité des opérations à réaliser pour l'ensemble des installations nucléaires concernées, le CEA vise, en priorité, à réduire « l'inventaire dispersable »[5] actuellement très important dans certaines installations, en particulier dans certaines installations individuelles de l'INBS de Marcoule ainsi que dans les INB 56 et 72.

Dans leur lettre de position du 27 mai 2019, l'ASN et l'ASND ont considéré qu'il était acceptable, compte tenu des moyens alloués par l'État et du nombre important d'installations en démantèlement pour lesquelles des capacités de reprise de déchets anciens ainsi que d'entreposage devront être construites, que le CEA prévoie un échelonnement des opérations de démantèlement et que la priorité soit accordée aux installations aux plus forts enjeux de sûreté. Les autorités ont depuis constaté des évolutions dans les calendriers de RCD présentés par le CEA, en particulier des reports d'échéance concernant la gestion des déchets, y compris pour des opérations considérées comme prioritaires. L'ASN, l'ASND et le CEA ont convenu de la mise en place d'un suivi régulier de ces opérations, notamment au travers d'indicateurs d'avancement.

Concernant les installations classées comme étant de priorité moindre, l'ASN et l'ASND ont également constaté des reports importants de certaines échéances de démantèlement annoncées par l'exploitant depuis 2016. Les autorités se prononceront sur les justifications apportées par le CEA sur ces reports lors de la réception des dossiers de démantèlement des installations.

5. *Partie de l'inventaire des radionucléides d'une installation nucléaire qui regroupe les radionucléides susceptibles d'être dispersés dans l'installation lors d'un incident ou d'un accident, voire, pour une fraction d'entre eux, d'être rejetés dans l'environnement.*

// Annexe

INB Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2021

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
IDE (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 10)	Réacteur (500 kWth)	1960	1981	1987 : retiré de la liste des INB	Démantelé
Triton (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 10)	Réacteur (6,5 MWth)	1959	1982	1987 : retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Démantelé
ZOÉ (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 11)	Réacteur (250 kWth)	1948	1975	1978 : retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Confiné (musée)
Minerve (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 12)	Réacteur (0,1 kWth)	1959	1976	1977 : retiré de la liste des INB	Démonté à Fontenay-aux-Roses et remonté à Cadarache
EL2 (Saclay)	(ex-INB 13)	Réacteur (2,8 MWth)	1952	1965	Retiré de la liste des INB	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
EL3 (Saclay)	(ex-INB 14)	Réacteur (18 MWth)	1957	1979	1988 : retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
Mélusine (Grenoble)	(ex-INB 19)	Réacteur (8 MWth)	1958	1988	2011 : retiré de la liste des INB	Assaini
Siloé (Grenoble)	(ex-INB 20)	Réacteur (35 MWth)	1963	2005	2015 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE (**)
Siloette (Grenoble)	(ex-INB 21)	Réacteur (100 kWth)	1964	2002	2007 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE (**)
Peggy (Cadarache)	(ex-INB 23)	Réacteur (1 kWth)	1961	1975	1976 : retiré de la liste des INB	Démantelé
César (Cadarache)	(ex-INB 26)	Réacteur (10 kWth)	1964	1974	1978 : retiré de la liste des INB	Démantelé
Marius (Cadarache)	(ex-INB 27)	Réacteur (0,4 kWth)	1960 à Marcoule, 1964 à Cadarache	1983	1987 : retiré de la liste des INB	Démantelé
Ancienne usine Le Bouchet (Vert-le-Petit)	(ex-INB 30)	Traitement de minerais	1953	1970	Retiré de la liste des INB	Démantelé
Ancienne usine de traitement de minerais (Gueugnon)	(ex-INB 31)	Traitement de minerais	1965	1980	Retiré de la liste des INB	Démantelé
STED (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 34)	Traitement des déchets solides et liquides	Avant 1964	2006	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
STED (Cadarache)	(ex-INB 37)	Transformation de substances radioactives	1964	2015	2015 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 37-A et 37-B
Harmonie (Cadarache)	(ex-INB 41)	Réacteur (1 kWth)	1965	1996	2009 : retiré de la liste des INB	Destruction du bâtiment, servitudes
ALI (Saclay)	(ex-INB 43)	Accélérateur	1958	1996	2006 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE (**)
Réacteur universitaire de Strasbourg	(ex-INB 44)	Réacteur (100 kWth)	1967	1997	2012 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE (**)
Saturne (Saclay)	(ex-INB 48)	Accélérateur	1966	1997	2005 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE (**)
Attila (*) (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 57)	Pilote de retraitement	1968	1975	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCPu (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 57)	Laboratoire de chimie du plutonium	1966	1995	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
BAT 19 (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 58)	Métallurgie du plutonium	1968	1984	1984 : retiré de la liste des INB	Démantelé
RM2 (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 59)	Radio-métallurgie	1968	1982	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 165 et 166
LCAC (Grenoble)	(ex-INB 60)	Analyse de combustibles	1975	1984	1997 : retiré de la liste des INB	Démantelé
LAMA (Grenoble)	(ex-INB 61)	Laboratoire	1968	2002	2017 : retiré de la liste des INB	Assaini
SICN (Veurey-Voroize)	(ex-INB 65 et 90)	Usine de fabrication de combustibles	1963	2000	2019 : retiré de la liste des INB	Bâtiments déconstruits, servitudes d'utilité publique

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
STEDs (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 73)	Entreposage de décroissance de déchets radioactifs	1971	2006	2006 : retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
ARAC (Saclay)	(ex-INB 81)	Fabrication d'assemblages combustibles	1981	1995	1999 : retiré de la liste des INB	Assaini
LURE (Bures-sur-Yvette)	(ex-INB 106)	Accélérateurs de particules	de 1956 à 1987	2008	2015 : retiré de la liste des INB	Assaini-SUP(***)
IRCA (Cadarache)	(ex-INB 121)	Irradiateur	1983	1996	2006 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE(**)
FBFC (Pierrelatte)	(ex-INB 131)	Fabrication de combustible	1990	1998	2003 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE(**)
Magasin d'uranium (Miramas)	(ex-INB 134)	Magasin de matières uranifères	1964	2004	2007 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE(**)
SNCS (Osmanville)	(ex-INB 152)	Ionisateur	1983	1995	2002 : retiré de la liste des INB	Assaini-RUCPE(**)
Ulysse (Saclay)	18	Réacteur (100 kWth)	1967	2007	2014 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Rapsodie (Cadarache)	25	Réacteur (40 MWth)	1967	1983	2021 : décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
ATPu (Cadarache)	32	Usine de fabrication de combustibles	1962	2003	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Usine de traitement des combustibles irradiés – UP2-400 (La Hague)	33	Transformation de substances radioactives	1964	2004	2013 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel
STED et Unité d'entreposage de déchets de haute activité (Grenoble)	36 et 79	Station de traitement de déchets et entreposage de déchets	1964/1972	2008	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
STE (Cadarache)	37-B	Station de traitement des effluents (partie non pérenne de l'ex-INB 37)	2015	2016		Préparation au démantèlement
STE2 (La Hague)	38	Station de traitement d'effluents	1964	2004	2013 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
Masurca (Cadarache)	39	Réacteur (5 kWth)	1966	2018		Préparation au démantèlement
Osiris-Isis (Saclay)	40	Réacteur (70 MWth)	1966	2015		Préparation au démantèlement
ÉOLE (Cadarache)	42	Réacteur (1 kWth)	1965	2017		Préparation au démantèlement
Bugey 1 (Saint-Vulbas)	45	Réacteur (1920 MWth)	1972	1994	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
St-Laurent-des-Eaux A1 (St-Laurent-Nouan)	46	Réacteur (1662 MWth)	1969	1990	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
St-Laurent-des-Eaux A2 (St-Laurent-Nouan)	46	Réacteur (1801 MWth)	1971	1992	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ÉLAN IIB (La Hague)	47	Fabrication de sources de césium-137	1970	1973	2013 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
LHA (Saclay)	49	Laboratoire	1960	1996	2008 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
ATUe (Cadarache)	52	Traitement d'uranium	1963	1997	2021 : décret modifiant le décret de démantèlement de 2006	En cours de démantèlement
MCMF (Cadarache)	53	Entreposage de substances radioactives	1968	2017		Préparation au démantèlement
LPC (Cadarache)	54	Laboratoire	1966	2003	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Phénix (Marcoule)	71	Réacteur (536 MWth)	1973	2009	2016 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Centrale nucléaire de Fessenheim (Fessenheim)	75	Réacteur (1 800 MWth)	1977	2020	2020 : mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Atelier HAO (La Hague)	80	Transformation de substances radioactives	1974	2004	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Superphénix (Creys-Malville)	91	Réacteur (3 000 MWth)	1985	1997	2009 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Phébus (Cadarache)	92	Réacteur (40 MWth)	1978	2017		Préparation au démantèlement
Eurodif (Pierrelatte)	93	Transformation de substances radioactives	1979	2012	2020 : décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel
AMI (Chinon)	94	Utilisation de substances radioactives	1964	2015	2020 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Minerve (Fontenay-aux-Roses)	95	Réacteur (100 Wth)	1977	2017		Préparation au démantèlement
Orphée (Saclay)	101	Réacteur (14 MWth)	1980	2019	2019 : mise à l'arrêt définitif	Préparation au démantèlement
Comurhex (Tricastin)	105	Usine de transformation chimique de l'uranium	1979	2009	2019 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Chinon A1 D – ex-Chinon A1 (Avoine)	133 (ex-INB 5)	Réacteur (300 MWth)	1963	1973	1982 : décret de confinement de Chinon A1 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A1 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A2 D – ex-Chinon A2 (Avoine)	153 (ex-INB 6)	Réacteur (865 MWth)	1965	1985	1991 : décret de démantèlement partiel de Chinon A2 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A2 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A3 D – ex-Chinon A3 (Avoine)	161 (ex- INB 7)	Réacteur (1 360 MWth)	1966	1990	2010 : décret de démantèlement	En cours de démantèlement
EL4-D – ex-EL4 (Brennilis)	162 (ex-INB 28)	Réacteur (250 MWth)	1966	1985	1996 : décret de démantèlement et de création de l'INB d'entreposage EL4-D 2006 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement 2007 : décision du Conseil d'État annulant le décret de 2006 2011 : décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel. Préparation au démantèlement complet
Centrale nucléaire des Ardennes – ex-Chooz A (Chooz)	163 (ex-INB 1, 2, 3)	Réacteur (1 040 MWth)	1967	1991	2007 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Procédé (Fontenay-aux-Roses)	165	Regroupement des anciennes installations (INB 57 et 59) de recherche concernant les procédés de retraitement	2006	2006	2006 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Support (Fontenay-aux-Roses)	166	Regroupement des anciennes installations (INB 34 et 73) de conditionnement et traitement des déchets et des effluents	2006	2006	2006 : décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

(*) Attila : pilote de retraitement situé dans une cellule de l'INB 57.
(**) Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'État.
(***) Servitude d'utilité publique.

1 Les déchets radioactifs ..... P. 354

1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)
- 1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base
- 1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité issus des activités encadrées par le code de la santé publique
- 1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs
- 1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base
- 1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités encadrées par le code de la santé publique
- 1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs
- 1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet
- 1.3.1 Les déchets de très faible activité
- 1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte
- 1.3.3 Les déchets de faible activité à vie longue
- 1.3.4 Les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

2 La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, le rôle de l'ASN et les stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires ..... P. 364

2.1 La nature du contrôle et actions de l'ASN
- 2.1.1 L'approche graduée
- 2.1.2 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs
- 2.1.3 Le contrôle du conditionnement des colis
- 2.1.4 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets
- 2.1.5 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants
- 2.1.6 L'évaluation des charges financières nucléaires

2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs
- 2.2.1 Les réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs
- 2.2.2 Les réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

2.3 La stratégie de gestion des déchets du CEA et l'appréciation de l'ASN

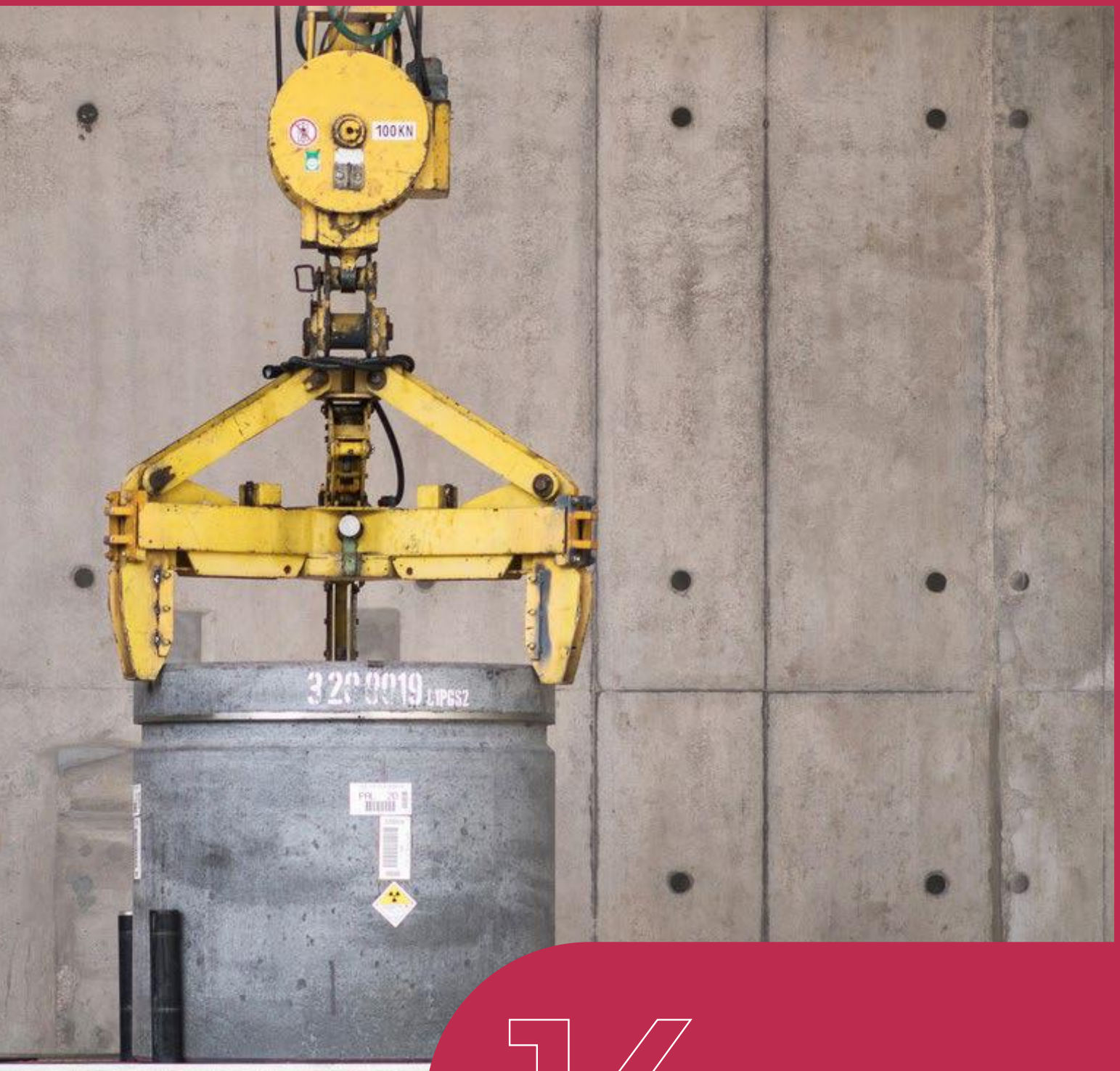
2.4 La stratégie de gestion des déchets d'Orano et l'appréciation de l'ASN

2.5 La stratégie de gestion des déchets d'EDF et l'appréciation de l'ASN

3 La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium ..... P. 369

4 La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives ..... P. 370







14

Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués

14 LES DÉCHETS RADIOACTIFS ET LES SITES ET SOLS POLLUÉS

Ce chapitre présente le rôle et les actions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en matière de gestion des déchets radioactifs et de gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives. Il décrit, en particulier, les actions menées pour définir et fixer les grandes orientations de la gestion des déchets radioactifs.

Selon l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée, ou qui ont été requalifiées comme telles par l'autorité administrative en application de l'article L. 542-13-2 de ce même code. Ils proviennent d'activités nucléaires mettant en œuvre des substances radioactives artificielles ou naturelles, à partir du moment où cette radioactivité justifie la mise en place de contrôles de radioprotection.

Le 21 février 2020, à la suite des conclusions du débat public qui s'était déroulé en 2019, la ministre de la Transition écologique et le président de l'ASN ont publié une décision annonçant les orientations pour la 5e édition du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR). L'ASN a également publié, au second semestre 2020 et début 2021, ses avis, par filière de gestion, sur les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018.

En 2021, l'ASN a émis un avis sur le projet de plan 2021-2025 élaboré par la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC).

En 2019, l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) avaient pris position conjointement sur la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), transmise en 2016. En 2020, l'ASN et l'ASND, en lien avec la DGEC, ont engagé une démarche de suivi de la mise en œuvre de cette stratégie. L'ASN a poursuivi en 2021 en lien avec l'ASND, l'instruction de la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets d'Orano. La position de l'ASN sur cette stratégie a été formalisée par lettre du 14 février 2022.

L'ASN est compétente pour la gestion des sites et sols pollués en lien avec les installations nucléaires de base. Pour les autres situations de pollution radiologique, l'ASN peut émettre, à la demande des autorités compétentes, un avis quant à leur modalités de gestion. Elle s'assure en tout état de cause que les déchets générés par les opérations d'assainissement de ces sites sont orientés vers des filières de gestion adaptées.

1 // Les déchets radioactifs

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires. Les déchets radioactifs doivent être gérés selon des modalités spécifiques. Les producteurs de déchets doivent poursuivre un objectif de minimisation du volume et de la nocivité de leurs déchets, en amont lors de la conception et de l'exploitation des installations, et en aval lors de la gestion des déchets, par un tri, un traitement et un conditionnement adaptés.

Les déchets radioactifs sont très divers par leur radioactivité (activité massique, nature du rayonnement, durée de vie) et leur forme (ferrailles, gravats, huiles, etc.).

Deux paramètres principaux permettent d'apprécier le risque radiologique qu'ils représentent : d'une part, l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet ; d'autre part, la période radioactive des radionucléides présents dans les déchets, qui détermine la durée pendant laquelle ces déchets doivent être confinés. On distingue ainsi, d'une part, des déchets de très faible, faible, moyenne ou haute activité ; d'autre part, des déchets de très courte durée de vie (radioactivité divisée par deux en moins de 100 jours) issus principalement des activités médicales, des déchets à vie courte (contenant majoritairement des radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en moins de 31 ans) et des déchets à vie longue (qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en plus de 31 ans).

Chaque type de déchet nécessite la mise en place d'une filière de gestion adaptée et sûre, afin de maîtriser les risques qu'ils présentent, notamment le risque radiologique, mais également des risques liés à leur composition chimique.

1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)

Définie à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, la gestion des déchets radioactifs regroupe toutes les activités liées à la manipulation, au prétraitement, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, à l'exclusion du transport hors site.

L'ASN contrôle les activités liées à la gestion des déchets radioactifs relevant des installations nucléaires de base (INB) ou des activités nucléaires de proximité, à l'exception de celles liées à la défense nationale, contrôlées par l'ASND, et de celles relevant du statut des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), placées sous le contrôle des préfets.

TABLEAU 1 **Classification des déchets radioactifs**

	DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE CONTENANT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE < 100 JOURS	DÉCHETS DITS À VIE COURTE DONT LA RADIOACTIVITÉ PROVIENT PRINCIPALEMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE ≤ 31 ANS	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE CONTENANT MAJORITAIREMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE > 31 ANS
0 Bq/g (*) – Très faible activité (TFA)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels	Recyclage ou stockage dédié en surface (installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)	
CENTAINES Bq/g (*) – Faible activité (FA)			Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
MILLIONS Bq/g (*) – Moyenne activité (MA)		Stockage de surface (centre de stockage des déchets de l'Aube)	
MILLIARDS Bq/g (*) – Haute activité (HA)	Non applicable (**)	Stockage en couche géologique profonde (en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)	

(*) Becquerel par gramme (Bq/g).
(**) Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base

Deux secteurs économiques contribuent majoritairement à la production des déchets radioactifs dans les INB.

Le secteur électronucléaire, d'une part, comprend les 19 centrales nucléaires d'EDF ainsi que les usines d'Orano et de Framatome dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire. L'exploitation des centrales nucléaires produit du combustible usé, dont une partie est retraitée pour séparer les substances valorisables des produits de fission ou des actinides mineurs qui sont des déchets. Des déchets radioactifs sont également produits lors des activités de fonctionnement et de maintenance des centrales nucléaires et des usines de traitement du combustible, à l'instar des déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, ainsi que des déchets technologiques, ou encore des déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées. Par ailleurs, le démantèlement des installations est à l'origine d'un volume important de déchets radioactifs.

Le secteur de la recherche, d'autre part, inclut la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche des laboratoires et réacteurs du CEA, mais également d'autres organismes de recherche. Des déchets radioactifs sont produits lors du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement de ces installations.

Ces déchets radioactifs sont gérés suivant des dispositions spécifiques qui prennent en compte leur caractère radiologique et qui sont proportionnées à leur dangerosité.

1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, issus des activités encadrées par le code de la santé publique

Les enjeux

L'utilisation de sources non scellées[2] en médecine nucléaire, en recherche biomédicale ou industrielle, est à l'origine de la production de déchets solides ou liquides : petits matériels de laboratoire employés pour la préparation des sources, matériels médicaux ayant servi à l'administration des injections à des fins diagnostiques ou thérapeutiques, etc. Les effluents liquides radioactifs proviennent également des préparations de sources, ainsi que des patients qui éliminent, par les voies naturelles, la radioactivité qui leur a été administrée.

La diversité des déchets issus des activités nucléaires de proximité, la multiplicité des établissements en produisant ainsi que les enjeux en matière de radioprotection ont conduit les pouvoirs publics à réglementer la gestion des déchets produits par ces activités.

La gestion des sources scellées usagées considérées comme des déchets

Des sources scellées[3] sont utilisées pour des applications médicales, industrielles, de recherche et vétérinaires (voir les chapitres 7 et 8). Lorsqu'elles sont usagées, et si leurs fournisseurs n'envisagent aucune réutilisation, elles sont considérées comme des déchets radioactifs et doivent être gérées comme tels.

La gestion des sources scellées considérées comme déchets, et notamment leur stockage, doit prendre en compte la double contrainte d'une activité concentrée et d'un caractère potentiellement attractif en cas d'intrusion humaine après la perte de mémoire de la présence d'une installation de stockage. Cette double contrainte limite les types de sources acceptables dans les installations de stockage, notamment s'ils sont de surface.

1. *Annexe 1 à l'arrêté du 9 octobre 2008 modifié relatif à la nature des informations que les responsables d'activités nucléaires et les entreprises mentionnées à l'article L. 1333-10 du code de la santé publique ont obligation d'établir, de tenir à jour et de transmettre périodiquement à l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).*
2. *Source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.*
3. *Source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant.*

1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

Certaines activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives peuvent conduire à concentrer l'activité massique dans les produits, résidus ou déchets qu'elles produisent. On parle de « substance radioactive d'origine naturelle » (SRON) lorsque l'activité de celle-ci dépasse les seuils d'exemption figurant au tableau 1 de l'annexe 13-8 au code de santé publique (par exemple, le traitement des terres rares, la production d'engrais phosphatés et fabrication d'acide phosphorique, la combustion de charbon en centrales thermiques, etc.). Par conséquent, les déchets SRON, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée, sont dorénavant considérés comme des déchets radioactifs, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Les déchets contenant des substances d'origine naturelle, mais ne dépassant pas les seuils d'exemption susmentionnés, sont orientés vers les filières de gestion de déchets conventionnels.

Les déchets SRON, selon leur activité massique, peuvent être stockés dans deux types d'installations :

- dans une installation de stockage de déchets autorisée par arrêté préfectoral, si les conditions d'acceptation prévues par la circulaire du 25 juillet 2006[4], relative aux installations de stockages de déchets, relevant des rubriques 2760 de la nomenclature des ICPE, sont remplies ;
- dans le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires[5]) destiné au stockage des déchets radioactifs de très faible activité.

Certains de ces déchets sont toutefois entreposés dans l'attente d'une filière d'élimination, et notamment de la mise en service d'un centre de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

Quatre installations de stockage de déchets dangereux sont autorisées, par arrêté préfectoral, à accueillir des déchets contenant des SRON.

De plus, à la suite de l'entrée en vigueur au 1er juillet 2018 du décret n° 2018-434 du 4 juin 2018 portant diverses dispositions en matière nucléaire, les dispositions du code du travail relatives à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants s'appliquent également aux activités professionnelles traitant des matières contenant naturellement des substances radioactives, dont font partie les SRON.

1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général de gestion des déchets défini au chapitre Ier du titre IV du livre V du code de l'environnement et par ses décrets d'application. Des dispositions particulières relatives aux déchets radioactifs ont été introduites tout d'abord par la loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, puis par la loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006 relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, dite « loi déchets », qui donne un cadre législatif à la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Une grande partie des dispositions de ces lois sont codifiées au chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement.

La loi du 28 juin 2006 fixe notamment un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) et un cadre juridique clair pour sécuriser les fonds nécessaires au démantèlement et à la gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit aussi l'élaboration d'un PNGMDR, qui vise à réaliser périodiquement un bilan et à définir les perspectives de la politique de gestion des substances radioactives. Elle renforce également les missions de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), notamment en lui confiant une mission de service public pour la gestion des déchets issus du nucléaire de proximité. Enfin, elle interdit le stockage sur le sol français de déchets étrangers, en prévoyant l'adoption de règles précisant les conditions de retour des déchets issus du traitement en France des combustibles usés et des déchets provenant de l'étranger. Ces règles prévoient une répartition des déchets issus du traitement à retourner en fonction de l'activité et de la masse du combustible usé introduit sur le territoire national. Cependant, des dispositions réglementaires introduites en 2017 et 2021 permettent, sous certaines conditions, de déroger aux modalités d'attributions des déchets à retourner aux pays étranger en procédant par échanges de déchets, selon un système d'équivalence. En 2021, le recours à un système d'équivalence (en masse et en activité radiologique des déchets) a ainsi été autorisé par le ministre chargé de l'énergie pour des déchets destinés à être retournés en Allemagne (opération Metall+).

Ce cadre a été amendé en 2016, avec la publication de l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire, qui a permis de :

- transposer la directive 2011/70/Euratom du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, tout en réaffirmant l'interdiction de stocker en France des déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger, en précisant les conditions d'application de cette interdiction ;
- définir une procédure de requalification des matières en déchets radioactifs par l'autorité administrative ;
- renforcer les sanctions administratives et pénales existantes et prévoir de nouvelles sanctions en cas de non-respect des dispositions applicables en matière de gestion des déchets radioactifs et de combustible usé.

La loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016 précise les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue.

1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base

En France, la gestion des déchets radioactifs dans les INB est notamment encadrée par l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux INB, dont le titre VI est relatif à la gestion des déchets.

L'exploitant d'une INB établit un plan de zonage déchets qui permet d'identifier les zones où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones sont, de manière conservatoire, gérés comme s'ils étaient radioactifs et doivent alors être dirigés vers des filières dédiées. Cette absence de seuils de libération pour les déchets issus d'une zone où les déchets sont contaminés,

4. Circulaire du 25 juillet 2006 relative aux installations classées – Acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée ou concentrée dans les centres de stockage de déchets.

5. Ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de Centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA). Installation soumise à autorisation au titre du régime de la rubrique 2797 des ICPE.

activés ou susceptibles de l'être constitue une spécificité de la réglementation française. Les « seuils de libération », mis en œuvre dans certains pays étrangers, définissent des niveaux de contamination en deçà desquels les matériaux peuvent être libérés de tout contrôle et utilisés sans aucune restriction. Les déchets issus des autres zones sont, après contrôle de l'absence de radioactivité, dirigés vers des filières autorisées de gestion des déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon les propriétés du déchet.

La réglementation française impose également aux exploitants nucléaires de présenter, dans les règles générales d'exploitation et l'étude d'impact sur l'environnement de leur installation, les déchets produits par l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non, ainsi que leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés. Les dispositions retenues par les exploitants doivent consister à réduire le volume et la toxicité radiologique, chimique et biologique des déchets produits, et à réserver, par la valorisation et le traitement de ces déchets, le stockage définitif aux seuls déchets ultimes.

La décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 précise les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012, notamment concernant :
- les modalités relatives à l'établissement et à la gestion du plan de zonage déchets ;
- le contenu du bilan annuel sur la gestion des déchets qui doit être transmis à l'ASN par chaque installation.

Le Guide n° 23 de l'ASN présente les modalités d'application de cette décision en ce qui concerne l'établissement et la modification du plan de zonage déchets.

À la suite d'une modification de prescriptions réglementaires du code de l'environnement, en 2019, l'étude sur la gestion des déchets n'est plus requise par la réglementation en tant que document spécifique. Les dispositions qu'elle contenait doivent être à présent reportées dans l'étude d'impact et les règles générales d'exploitation des INB. L'ASN actualisera la décision du 21 avril 2015 pour prendre en compte cette évolution réglementaire.

1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités encadrées par le code de la santé publique

L'article R. 1333-16[6] du code de la santé publique prévoit que la gestion des effluents et des déchets contaminés par des substances radioactives provenant de toutes les activités nucléaires comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation par les pouvoirs publics. C'est le cas, notamment, des activités mettant en œuvre des substances radioactives destinées à la médecine, à la biologie humaine ou à la recherche biomédicale.

La décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008 fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être, du fait d'une activité nucléaire. Un guide d'application de cette décision (Guide n° 18) a été publié par l'ASN en janvier 2012.

La gestion des sources scellées usagées

Dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, l'Andra a remis mi-2018 un rapport présentant l'état des lieux de la prise en charge des sources scellées usagées considérées comme des déchets dans les centres de stockage existants et en projet.

Par ailleurs, le décret n° 2015-231 du 27 février 2015 permet aux détenteurs de sources scellées usagées de faire appel non seulement à leur fournisseur initial, mais aussi à tout fournisseur autorisé ou, en dernier ressort, à l'Andra pour gérer ces sources. Les détenteurs ne sont, par ailleurs, plus tenus de démontrer qu'ils ont pris contact avec l'ensemble des fournisseurs avant de solliciter l'Andra. Ces dispositions visaient à diminuer les frais de collecte de ces sources et à assurer une filière de reprise dans toutes les situations. L'ASN a pris position le 11 mai 2021 sur la gestion des sources scellées usagées non susceptibles d'être recyclées. Elle considère que les sources scellées usagées qui ne sont pas acceptables dans les installations de stockage de surface doivent être intégrées aux inventaires des installations de stockage en projet, et qu'un état des lieux complet des filières de gestion existantes doit être établi, en précisant les responsabilités des différents acteurs. Par ailleurs, elle recommande que la notion de « dernier recours » mentionnée dans le décret n° 2015-231 soit précisée.

La gestion des déchets des activités nucléaires de proximité par l'Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra une mission de service public pour la gestion des déchets issus des activités nucléaires de proximité. Depuis 2012, l'Andra dispose, avec le Cires situé sur les communes de Morvilliers et de La Chaise, dans l'Aube, d'un centre de regroupement et d'une installation d'entreposage pour les déchets des petits producteurs n'appartenant pas au secteur électronucléaire. L'ASN considère que les actions de l'Andra dans ce domaine sont de nature à répondre à la mission qui lui est confiée au titre de l'article L. 542-12 précité et que celles-ci doivent être poursuivies.

Néanmoins, les déchets tritiés solides ont vocation à être gérés avec les déchets d'ITER dans un entreposage exploité par le CEA (appelé à ce stade « projet Intermed »). Le retard de calendrier du projet ITER a des conséquences sur le calendrier du projet Intermed et sur la stratégie de gestion des déchets tritiés des petits producteurs. L'Andra, dans son rapport transmis en réponse à l'article 61 de l'arrêté du 23 février 2017, propose d'entreposer ces déchets sur le site du CEA Valduc dans l'attente de la mise en service des installations d'entreposage susmentionnées.

Dans son avis n° 2021-AV-0379 du 11 mai 2021, l'ASN a rappelé que l'entreposage des déchets tritiés des petits producteurs dans une installation nucléaire de base secrète n'était pas justifié par un éventuel besoin de protection des informations au titre de la défense. La mise en service d'Intermed à l'horizon d'une dizaine d'années étant rendue improbable par le retard pris concernant son dimensionnement et sa conception détaillée, l'ASN a recommandé que l'Andra mette en place, dès que possible, les capacités d'entreposage nécessaires permettant la prise en charge des déchets fortement tritiés et des sources contenant du tritium des petits producteurs, en préalable à leur gestion définitive dans une installation de stockage ou à leur entreposage éventuel ultérieur dans Intermed.

1.2.3 L'inventaire national des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra la mission d'établir, de mettre à jour tous les cinq ans et de publier l'inventaire national des matières et déchets radioactifs.

La dernière mise à jour a été publiée en 2018. L'inventaire présente des informations relatives aux quantités, à la nature et à la localisation des matières et des déchets radioactifs à la fin 2016, par catégorie et par secteur économique. Un exercice prospectif, plus développé que pour l'édition 2015, a également été réalisé,

6. *Ancien article R. 1333-12.*

LE RÔLE DE L'ASN DANS LA GESTION DES DÉCHETS

Les pouvoirs publics, en particulier l'ASN, sont attentifs au fait que l'ensemble des déchets dispose d'une filière de gestion et que leur gestion s'effectue dans des conditions sûres à chacune de ses étapes.

L'ASN considère ainsi que le développement de filières de gestion adaptées à chaque catégorie de déchets est fondamental et que tout retard dans la recherche de solutions de gestion à long terme est de nature à accroître le volume et la taille des entreposages dans les installations, ainsi que les risques associés.

L'ASN est vigilante à ce que le système composé de l'ensemble de ces filières soit complet, sûr et cohérent, en particulier dans le cadre du PNGMDR, mais également en contrôlant les installations et en évaluant régulièrement la stratégie de gestion des déchets de chacun des grands exploitants. Cette approche doit tenir compte de l'ensemble des enjeux de sûreté, de radioprotection, de minimisation du volume et de la nocivité des déchets, en permettant une traçabilité satisfaisante des opérations réalisées.

Enfin, l'ASN considère que cette gestion doit s'exercer de manière transparente vis-à-vis du public, en impliquant l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre favorisant l'expression des différentes positions.

Le PNGMDR est élaboré par le ministère de la Transition écologique. Celui-ci a choisi, au regard du débat public de 2019, de s'appuyer sur une « Commission orientations » pluraliste, présidée par une personnalité qualifiée indépendante, à laquelle l'ASN participe. Le suivi de la mise en œuvre technique et opérationnelle du PNGMDR reste assuré par un groupe de travail pluraliste coprésidé par l'ASN et la DGEC, tel que décrit au chapitre 2.

Par ailleurs, l'ASN publie sur son site Internet le PNGMDR, sa synthèse, les comptes-rendus des réunions du groupe de travail susmentionné et les études demandées par le plan, ainsi que les avis qu'elle a rendus sur ces études.

selon quatre scénarios contrastés de politique énergétique de la France, tels qu'envisagés en 2017. Ces scénarios ont été actualisés en 2021 et seront utilisés dans le cadre de la prochaine mise à jour de l'inventaire national, dont la publication est prévue en 2023.

Cet inventaire constitue une base de données d'entrée pour établir le PNGMDR. Dans son avis du 8 octobre 2020, l'ASN estime nécessaire d'anticiper les conséquences des évolutions possibles de politique énergétique sur la gestion des matières et déchets, et précise que ces anticipations doivent être fondées sur différentes hypothèses de long terme, cohérentes avec les prévisions de la programmation pluriannuelle de l'énergie adoptée par décret du 21 avril 2020.

1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 précitée, définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit ;
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif ;
- organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Au vu des conclusions du débat public de 2019, l'ASN et la DGEC ont décidé de faire évoluer la gouvernance du PNGMDR. La 5e édition est élaborée par le ministère de la Transition écologique, notamment à partir des travaux d'une « Commission orientations ». Cette commission, introduite par la décision du 21 février 2020, est présidée par une personnalité qualifiée indépendante, et associe, en plus des membres historiques du groupe de travail pluraliste mentionné au chapitre 2, des élus et des représentants des collectivités territoriales. Cette commission a donné des avis sur différents grands sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs (gestion des déchets TFA, FA-VL, gestion des matières radioactives, etc.). L'ASN participe activement aux réunions de la Commission orientations pour apporter son éclairage sur les enjeux de sûreté et de radioprotection, sans voix délibérative toutefois.

La mise en œuvre du plan est ensuite suivie au cours de réunions périodiques du groupe de travail PNGMDR, sous la coprésidence de l'ASN et de la DGEC.

L'ASN a par ailleurs évalué, en 2020 et 2021, les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. Dans le cadre de l'élaboration du 5e PNGMDR, l'ASN a ainsi rendu sept avis sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, qui identifient un certain nombre de recommandations. En outre, l'ASN a rendu le 9 novembre 2021 un avis favorable au projet de PNGMDR 2021-2025 sous réserve de le compléter par l'étude de scénarios pessimistes de fonctionnement du « cycle du combustible », l'étude de l'impact sur les installations nucléaires de la poursuite ou non du retraitement des combustibles usés au-delà de 2040, l'inscription d'actions relatives à la sûreté de la gestion des déchets HA/MA-VL et à la gestion de déchets nécessitant des travaux spécifiques tels que les déchets tritiés, et de mieux apprécier le caractère valorisable de certaines matières radioactives.

1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet

1.3.1 Les déchets de très faible activité

Les déchets dits « de très faible activité » (TFA) proviennent essentiellement du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont notamment constitués de déchets inertes (gravats, terre, sable) et de déchets métalliques. Leur activité massique est généralement inférieure à 100 becquerels par gramme (Bq/g), cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesure.

Le Cires comprend une installation de stockage des déchets TFA. Cette installation, relevant du statut des ICPE, est opérationnelle depuis août 2003.

Fin 2020, 412 258 m³ de déchets TFA étaient stockés dans le Cires, ce qui représente 63 % de sa capacité réglementaire autorisée. Selon l'inventaire national réalisé par l'Andra, la quantité de déchets TFA produite à la fin du démantèlement des installations nucléaires existantes sera de l'ordre de 2 200 000 m³. Selon les prévisions actuelles, la saturation du centre pourrait être atteinte autour de 2029. L'Andra travaille actuellement sur le projet Acaci, qui vise à porter la capacité autorisée de ce stockage à plus de 900 000 m³, à superficie égale.

Dans son avis n° 2020-AV-0356 du 30 juin 2020 sur la gestion des déchets TFA, l'ASN appelle à poursuivre et à étendre les travaux engagés dans l'édition 2016-2018 du PNGMDR dans le but d'améliorer les modes de gestion actuels et de développer des solutions de gestion complémentaires, qui restent à concevoir et à mettre en œuvre.

L'ASN réaffirme que la gestion des déchets TFA doit rester fondée sur le lieu d'origine des déchets et garantir leur traçabilité, grâce à des filières spécifiques, depuis la production jusqu'au stockage, à l'exception des déchets TFA métalliques destinés à être valorisés, comme annoncé dans la décision du 21 février 2020 susvisée.

La valorisation de certains types de déchets, dont les volumes produits seront importants, accompagnée de la mise en place d'un cadre spécifique de contrôle d'une éventuelle installation de valorisation de matériaux métalliques, est encouragée, en cohérence avec la hiérarchie des modes de gestion des déchets définie dans le code de l'environnement. L'ASN préconise notamment la mise en œuvre de manière opérationnelle d'une filière de valorisation des gravats, pour l'usage des centres de stockage et la poursuite du projet d'installation de valorisation de matériaux métalliques, avec la mise en place d'un cadre spécifique de contrôle de cette installation. Le Gouvernement a travaillé en 2021 à l'établissement de ce cadre réglementaire. L'ASN s'est prononcée, par son avis n° 2021-AV-0380 du 11 mai 2021, sur ce projet de réglementation.

De plus, l'ASN estime nécessaire que l'ensemble des parties prenantes, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, soient davantage associées à la définition des solutions de gestion des déchets TFA.

Elle recommande que les études sur la mise en place d'installations complémentaires de stockage, centralisées ou décentralisées, soient poursuivies, et que le gouvernement clarifie la responsabilité de l'Andra sur le sujet.

1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) – dont la radioactivité provient principalement de radionucléides dont la période radioactive est inférieure à 31 ans – proviennent essentiellement du fonctionnement des installations nucléaires et tout particulièrement d'activités de maintenance (vêtements, outils, filtres, etc.). Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement de ces installations. La plupart des déchets FMA-VC font l'objet d'un stockage dans des installations en surface exploitées par l'Andra. Après leur fermeture, ces installations font l'objet d'une surveillance pendant une durée fixée conventionnellement à 300 ans. Les rapports de sûreté des installations, mis à jour périodiquement y compris durant cette phase de surveillance, doivent permettre de vérifier qu'à l'issue de celle-ci l'activité contenue dans les déchets aura atteint un niveau résiduel tel que les expositions pour l'homme et l'environnement soient acceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Deux installations de cette nature existent en France, le centre de stockage de la Manche (CSM – INB 66), en exploitation de 1969 à 1994 et actuellement en phase de préparation à la fermeture, et le centre de stockage de l'Aube (CSA – INB 149) en exploitation (voir Panorama régional en introduction de ce rapport).

La quantité de déchets FMA-VC au CSA s'élève à 363 000 m³ fin 2021, soit 36 % de la capacité maximale autorisée de cette installation. À cette quantité s'ajoutent les déchets stockés au centre de stockage de la Manche, soit 527 225 m³. La quantité totale de déchets FMA-VC stockés dans les installations de l'Andra est donc de 890 225 m³, à comparer à la quantité produite à fin 2020 de 971 000 m³. D'après les données de l'inventaire national établi par l'Andra, ces déchets représenteront un volume maximal de 2 000 000 m³, à l'issue du démantèlement des installations existantes. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 à l'occasion du second réexamen périodique du CSA, la saturation de ce centre pourrait intervenir à l'horizon 2060, au lieu de l'année 2042 initialement prévue, grâce à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs calendriers de livraison.

1.3.3 Les déchets de faible activité à vie longue

Les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) comprenaient initialement deux catégories principales : les déchets de graphite issus de l'exploitation des réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les déchets radifères, issus de l'industrie du radium et de ses dérivés. D'autres types de déchets ont été ajoutés à cette catégorie, notamment certains déchets bitumés, des substances contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique, ainsi que certaines sources radioactives scellées usagées.

Une fraction des déchets de l'usine Orano de Malvési (Aude) produits à partir du 1er janvier 2019 est par ailleurs désormais incluse dans cette catégorie de déchets. Les déchets solides produits jusqu'au 31 décembre 2018 font quant à eux l'objet d'une catégorie spécifique de l'inventaire national, dénommée « résidus de traitement du combustible uranium » (RTCU), en raison des volumes importants qu'ils représentent.

La mise en place d'une solution de gestion définitive pour ces déchets fait partie des objectifs définis par la loi du 28 juin 2006. La recherche d'une telle solution de gestion nécessite, d'une part, de progresser dans la connaissance des déchets de type FA-VL ; d'autre part, de réaliser des études de sûreté relatives aux solutions de stockage associées. Les éditions successives du PNGMDR ont décliné cet objectif. L'ASN a également rédigé en 2008 une note d'orientations générales de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets FA-VL. Cette note définit les orientations générales qui doivent être suivies dès les phases de recherche d'un site et de conception d'un stockage de déchets FA-VL pour en assurer la sûreté après fermeture.

Le PNGMDR 2010-2012 a ouvert la possibilité de stocker de manière distincte les déchets de graphite et les déchets radifères et a demandé à l'Andra de travailler sur deux options de conception :

- un stockage sous couverture remaniée réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation puis remblai ;
- un stockage sous couverture intacte creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante.

Le PNGMDR 2013-2015 a demandé aux différents acteurs impliqués de réaliser des études (caractérisation et possibilité de traitement des déchets, investigations géologiques sur un site identifié par l'Andra, études de conception et analyse préliminaire de sûreté) afin que l'État soit en mesure de préciser en 2016 les orientations relatives à la gestion des déchets de type FA-VL. Ainsi, les détenteurs de déchets de type FA-VL ont progressé dans la caractérisation de leurs déchets et dans les possibilités de traitement, notamment pour ce qui concerne les déchets de graphite et certains colis de déchets bitumés. En particulier, l'inventaire radiologique de ces déchets en chlore-36 et en iode-129 a été réévalué notablement à la baisse.

Dans le cadre du PNGMDR, l'Andra a remis en juillet 2015 un rapport comprenant :
- des propositions de choix de scénarios de gestion pour les déchets de graphite et les déchets bitumés ;
- des études préliminaires de conception couvrant les options de stockage dites « sous couverture intacte » et « sous couverture remaniée » ;
- l'inventaire des déchets à y stocker et le calendrier de sa mise en œuvre.

En 2016, l'ASN avait rendu un avis n° 2016-AV-264 sur le rapport d'étape de l'Andra relatif au projet de stockage de déchets FA-VL et engagé une révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008, qui sera, à terme, remplacée par un guide de l'ASN. Dans cet objectif, un groupe de travail rassemblant l'ASN, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'Andra, les producteurs de déchets FA-VL et des représentants de la société civile a été mis en place à l'automne 2018. La synthèse du travail réalisé a fait l'objet d'un rapport de l'IRSN en décembre 2020, dont les recommandations ont été examinées en groupe permanent d'experts en mars 2021. Sur la base de ces recommandations, l'ASN a engagé, en 2021, des discussions techniques avec l'Andra et l'IRSN portant notamment sur l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme du projet de stockage. Ces travaux se poursuivront en 2022.

Par ailleurs, Orano a remis en 2011 (dans le cadre des travaux préalables au PNGMDR 2013-2015) une étude portant sur la gestion à long terme des déchets déjà produits du site de Malvési, entreposés dans l'installation Écrin (INB 175). Différents concepts de stockage envisagés sont présentés :
- stockage en surface ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans une nouvelle fosse à construire.

Compte tenu de la nature des déchets et de la configuration du site, l'ASN a indiqué dans son avis n° 2012-AV-0166 du 4 octobre 2012 qu'elle n'est pas favorable à la poursuite du développement d'une installation de stockage en surface, qu'elle considère ne pas répondre aux exigences de sûreté à long terme.

L'ASN a fait part de ses observations le 2 septembre 2019 sur les études demandées par l'article 7 du décret du 27 décembre 2013 relatives à la mise en œuvre d'une solution de gestion définitive dans un stockage à faible profondeur des déchets historiques de Malvési. Les réponses apportées par Orano sont en cours d'instruction.

En vue de la 5e édition du PNGMDR 2021-2025, l'ASN a rendu son avis n° 2020-AV-0357 du 6 août 2020 qui précise les axes de travail qu'elle recommande pour la gestion des déchets FA-VL.

Elle appelle notamment à poursuivre les travaux engagés dans le PNGMDR 2016-2018, tels que la consolidation des inventaires des différentes familles de déchets FA-VL et la réévaluation périodique des besoins d'entreposage, afin notamment de permettre le démantèlement des installations nucléaires. Au 31 décembre 2019, les producteurs et détenteurs de déchets FA-VL ont indiqué que leurs capacités d'entreposage pour ces déchets étaient suffisantes pour les 30 prochaines années.

L'ASN considère que l'Andra devra remettre, sur la base d'une analyse multicritères, les esquisses de différentes options techniques et de sûreté d'installations de stockage à faible profondeur de déchets FA-VL, en comparant les effets des différentes options envisagées sur la santé et l'environnement. L'ensemble des parties prenantes intéressées, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, doivent être davantage associées à la définition des solutions de gestion des déchets FA-VL.

L'ASN recommande par ailleurs de jalonner temporellement les prochaines étapes de conception par l'Andra (avant-projet sommaire, puis dossier d'options de sûreté), d'un projet de stockage à faible profondeur de déchets FA-VL dans la communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines, qui s'intégrera dans cette stratégie générale.

Dans son avis du 6 août 2020, l'ASN estime que les RTCU historiques, à titre conservatoire, et ceux produits à partir du 1er janvier 2019, en application de l'article 63 de l'arrêté du 23 février 2017, doivent être inscrits dans la catégorie FA-VL. Ces déchets doivent être mieux intégrés dans les travaux actuels sur les scénarios de gestion des déchets FA-VL.

Elle recommande que les études d'une installation de stockage des RTCU à faible profondeur, sous couverture remaniée (soit dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert, soit dans une nouvelle fosse à construire), soient poursuivies, en associant des représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être. L'objectif est de fournir les options techniques et de sûreté de cette installation, à un niveau de maturité correspondant à une étude de préfaisabilité, avant le 30 juin 2024.

La 5e édition du PNGMDR a vocation, durant sa mise en œuvre, à clarifier les scénarios de gestion possibles de l'ensemble des déchets FA-VL et à les analyser selon plusieurs critères afin de stabiliser une stratégie de gestion globale. Il s'agit en particulier de définir le périmètre des déchets qui pourraient faire l'objet d'un stockage dans l'installation dont l'implantation est prévue sur le site de la communauté de communes de Vendeuvre-Soulaines et d'identifier les besoins complémentaires de sites de stockage, dont les modalités de recherche seront cadrées.

1.3.4 Les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

Dans la continuité de la loi du 30 décembre 1991, la loi du 28 juin 2006 dispose que les recherches sur la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL sont poursuivies selon trois axes complémentaires : la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue, l'entreposage et le stockage réversible en couche géologique profonde.

La séparation/transmutation

Le rapport de la Commission particulière du débat public du 25 novembre 2019 portant sur le débat public préalable à la 5e édition du PNGMDR conclut notamment que « *deux options alternatives sont en présence et défendues chacune par une partie des acteurs : le stockage géologique profond et l'entreposage en sub-surface pendant une période assez longue pour permettre l'avancement des recherches sur la transmutation, afin de réduire la radioactivité des déchets.* ».

Les opérations de séparation/transmutation visent à isoler puis à transformer les radionucléides à vie longue présents dans les déchets radioactifs en radionucléides à vie plus courte, voire en éléments stables. La transmutation des actinides mineurs contenus dans les déchets aurait un impact sur le dimensionnement du stockage, en diminuant à la fois la puissance thermique, la nocivité des colis qui y seront stockés, et l'inventaire du stockage. Pour autant, l'impact du stockage sur la biosphère, qui provient essentiellement de la mobilité des radionucléides contenus dans les produits de fission et d'activation, ne serait pas significativement réduit.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1er décembre 2020, l'ASN rappelle que les perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de

référence de Cigéo ne sont pas crédibles. Elle estime que, si des études sur la transmutation devaient être poursuivies, il conviendrait qu'elles portent sur les substances radioactives actuellement qualifiées de matières ou les déchets produits par un futur parc de réacteurs et qu'elles soient menées dans la perspective du développement de filières complètes, intégrant le stockage des déchets issus de la transmutation et présentant un haut niveau de sûreté.

Enfin, l'ASN a souligné, fin 2021, l'intérêt de la définition proposée par la CNE2 dans son *Rapport d'évaluation n° 15* concernant la notion d'alternatives au stockage géologique profond, lequel demeure à ses yeux la solution de référence pour gérer les déchets les plus radioactifs.

L'entreposage

Le deuxième axe de recherches et d'études de la loi du 28 juin 2006 concerne l'entreposage des déchets.

L'entreposage de longue durée des déchets de haute activité à vie longue (HA-VL), qui constituait un des axes de recherches prévu par la loi du 30 décembre 1991, n'a pas été retenu comme solution pour gérer de manière définitive ces déchets radioactifs. Des installations d'entreposage sont cependant indispensables en attendant la mise en service du stockage en couche géologique profonde, pour permettre le refroidissement de certains déchets, puis pour accompagner l'exploitation industrielle du stockage, qui se développera par étapes. Par ailleurs, si des opérations de retrait de colis stockés étaient décidées dans le cadre de la réversibilité du stockage, des installations d'entreposage seraient nécessaires. La réception des premiers colis de déchets radioactifs en stockage géologique profond est désormais prévue à l'horizon 2040.

La loi du 28 juin 2006 a confié à l'Andra la coordination des recherches et études sur l'entreposage des déchets HA et MA-VL, qui sont donc inscrites dans une optique de complémentarité avec le stockage réversible. En particulier, cette loi prévoyait que les recherches et études sur l'entreposage permettraient, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en matière de capacité et de durée, recensés par le PNGMDR.

Les avancées de l'entreposage

L'Andra a remis en 2013 un bilan des recherches et études réalisées. Ce bilan rendait compte notamment du recensement des besoins futurs en entreposage qui avait été effectué, de l'exploration de la complémentarité entre l'entreposage et le stockage, des études et recherches sur l'ingénierie et sur le comportement phénoménologique des installations d'entreposage et de l'examen d'options techniques novatrices.

De 2013 à 2015, l'Andra a approfondi l'étude des concepts d'entreposage liés à la réversibilité du stockage. Il s'agit d'installations qui, le cas échéant, accueilleraient des colis retirés du stockage. Pour de telles installations, l'Andra a recherché une polyvalence qui permettrait d'entreposer simultanément ou successivement des colis de types divers sous leur forme primaire ou placés en sur-conteneurs de stockage. Dans son étude remise en 2013, l'Andra précisait avoir arrêté ses recherches concernant les installations d'entreposage à faible profondeur. Elle justifiait cet abandon notamment par une plus grande complexité de ce type d'installation (prise en compte de la présence d'eaux souterraines et de la ventilation dans le cas de déchets exothermiques, surveillance du génie civil) et une moindre flexibilité d'exploitation. L'étude remise en 2018, consistant en une analyse multicritère, ne remet pas en cause ces conclusions.

Au regard du retour d'expérience industriel, des recherches et de ses études, l'Andra a émis en 2014 des recommandations pour la conception de futures installations d'entreposage s'inscrivant en complémentarité avec le stockage. Elles portent particulièrement sur la durée de vie des installations (jusqu'à une centaine d'années), leur surveillance, et la modularité des futurs entreposages. Certaines recommandations ont été intégrées par Orano dans la conception de l'extension de l'entreposage des verres de La Hague (E-EV-LH) destinée aux déchets HA et située dans l'INB 116. Cette extension est composée de deux fosses : 30 et 40, mises en service respectivement en 2015 et 2017.

Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, les producteurs de déchets, après avoir présenté l'inventaire à la fin 2013 des colis de déchets HA et MA-VL à destination de Cigéo et l'état des lieux des entreposages existants, ont plus particulièrement analysé les éléments structurants permettant d'identifier des besoins en entreposage de colis de déchets.

Dans son avis n° 202-AV-0306 du 1er décembre 2020 sur les études concernant la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL, l'ASN a constaté que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage pour les vingt prochaines années avaient été globalement bien identifiés par les producteurs. Toutefois, elle a indiqué que les estimations des capacités d'entreposage devaient être consolidées par l'ensemble des producteurs en intégrant des marges pour faire face à d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés.

Les travaux menés dans le cadre du PNGMDR 2016-2018

Les études demandées par le PNGMDR 2016-2018 portent sur l'analyse des besoins en entreposage de colis HA et MA-VL, et reprennent les grandes orientations de l'avis de l'ASN du 25 février 2016.

L'article D. 542-79 du code de l'environnement, introduit par le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR 2016-2018, dispose que les détenteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs HA et MA-VL doivent tenir à jour l'état de disponibilité des capacités d'entreposage de ces substances par catégorie de déchets, et identifier les besoins futurs en capacité d'entreposage au moins pour les 20 années suivantes.

Le CEA, EDF et Orano ont défini, conformément à l'article 53 de l'arrêté du 23 février 2017, les besoins en entreposages futurs pour toutes les familles de déchets HA et MA-VL, à l'horizon 2040. Le CEA, EDF et Orano ont également étudié dans ce cadre la sensibilité des besoins en entreposage à des décalages dans le calendrier de Cigéo.

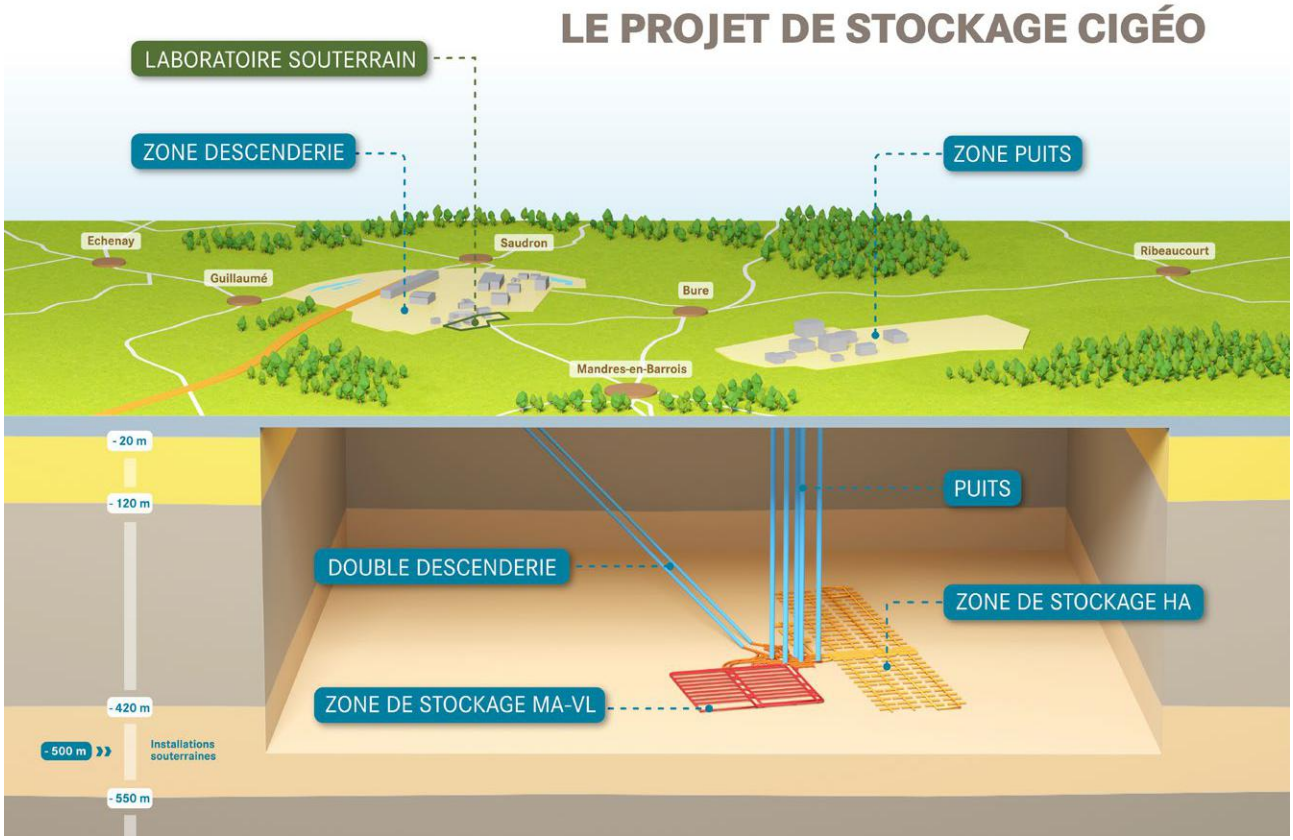
Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1er décembre 2020, l'ASN estime à cet égard que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage à l'horizon 2040 ont globalement bien été identifiés par les producteurs.

Toutefois, les estimations des capacités d'entreposage doivent être consolidées par l'ensemble des producteurs en intégrant des marges pour faire face à d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés, et être ainsi en mesure d'anticiper les besoins de capacités d'entreposage complémentaires et les procédures d'autorisation correspondantes.

L'article 52 de l'arrêté du 23 février 2017 prescrit à l'Andra de justifier les éléments ayant conduit l'Andra à rejeter l'option de conception d'installations d'entreposage à faible profondeur. En réponse à cette prescription, l'Andra a remis en 2018 une étude comparative des différents types d'entreposages qu'elle a étudiés.

Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1er décembre 2020, l'ASN confirme que les entreposages à faible profondeur ne présentent pas d'avantage déterminant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection par rapport aux entreposages en surface.

SCHÉMA DE L'INSTALLATION CIGÉO COMPRENANT LES INSTALLATIONS DE SURFACE ET SOUTERRAINE



Le PNGMDR 2016-2018 identifie plusieurs orientations pour la conception des installations d'entreposage de déchets HA et MA-VL (marges significatives à la conception ; architecture simple et modulaire privilégiant les systèmes passifs ; définition de dispositions permettant de maîtriser les conditions d'ambiance de l'entreposage en situation normale, incidentelle et accidentelle ; définition des dispositions de surveillance et de traitement des écarts dès la conception, dispositions de conservation de la mémoire, etc.). L'ASN sera attentive à la prise en compte de ces recommandations pour les nouvelles installations qui seront nécessaires en l'attente de la mise en service de Cigéo.

Le stockage réversible en couche géologique profonde

Le stockage en couche géologique profonde est appelé par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, qui dispose qu'« *après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde* ».

La loi du 28 juin 2006 confie à l'Andra la mission de concevoir un projet de centre de stockage en couche géologique profonde, qui sera une INB, à laquelle s'appliquera la réglementation propre à ce type d'installation et sera soumis, à ce titre, au contrôle de l'ASN.

Le principe de ce stockage

Le stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde consiste à stocker des déchets radioactifs dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité. Les caractéristiques de la couche géologique visent à confiner les substances radioactives contenues dans ces déchets. Une telle installation de stockage – contrairement aux installations d'entreposage – doit être conçue de telle sorte que la sûreté à long terme soit assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dépendre d'actions humaines (comme des activités de surveillance ou de maintenance) qui nécessitent un contrôle dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée. Enfin, la profondeur des ouvrages de stockage doit être telle qu'ils ne puissent être affectés de façon significative par les phénomènes naturels externes attendus (érosion, changements climatiques, séismes, etc.) ou par des activités humaines.

L'ASN avait publié en 1991 la règle fondamentale de sûreté III-2-f définissant des objectifs à retenir dans les phases d'études et de travaux pour le stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde afin d'assurer la sûreté après la période d'exploitation du stockage. En 2008, elle en a publié une mise à jour, sous la forme d'un guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde (Guide n° 1 de l'ASN).

Les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été précisées par la loi du 25 juillet 2016, qui définit le principe de réversibilité, introduit la phase industrielle pilote avant la mise en service complète de Cigéo et apporte des adaptations calendaires pour la mise en œuvre de Cigéo.

Cette loi définit la réversibilité comme « *la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage* ».

Dans son avis n° 2016-AV-0267 du 31 mai 2016 relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN avait estimé que le principe de réversibilité se traduisait par une exigence d'adaptabilité de l'installation et par une exigence de récupérabilité des colis durant une période encadrée par la loi.

Le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR précise certains principes applicables à Cigéo, en particulier aux articles D. 542-88 à D. 542-96 du code de l'environnement. L'article D. 542-90 dispose notamment que « *l'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique. Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence. Il est également conçu par l'Andra, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable* ».

Le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne

Les études sur le stockage en couche géologique profonde nécessitent la réalisation de recherches et d'expérimentations au moyen d'un laboratoire souterrain. L'Andra exploite depuis 1999 un tel laboratoire souterrain sur la commune de Bure.

Dans le cadre des études sur le stockage en couche géologique profonde, l'ASN émet des recommandations sur les recherches et expérimentations menées au laboratoire et s'assure, par sondage lors de visites de suivi, qu'elles sont réalisées selon des processus garantissant la qualité des résultats obtenus.

Les instructions techniques

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis dans celui de la loi du 28 juin 2006 et du PNGMDR, l'Andra a mené des études et remis des rapports sur le stockage en couche géologique profonde. Ces derniers ont été examinés par l'ASN – en référence notamment au guide de sûreté de 2008 – et ont fait l'objet d'avis.

L'ASN a ainsi notamment examiné les rapports remis en 2005 et 2009 par l'Andra. Elle a émis des avis sur ces rapports les 1er février 2006 et 26 juillet 2011. L'Andra a ensuite soumis à l'ASN différents dossiers présentant l'avancement des études et travaux menés.

L'ASN a ainsi pris position :

- en 2013, sur les documents produits entre 2009 et 2013, année du débat public, et sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté par l'Andra en 2012 ;
- en 2014, sur les éléments de sûreté des ouvrages de fermeture et sur le contenu attendu pour le dossier d'options de sûreté de l'installation ;
- en 2015, sur la maîtrise des risques en exploitation et sur le coût du projet ;
- en 2016, sur le plan de développement des composants ;
- en 2018, sur le dossier d'options de sûreté de Cigéo.

Le processus d'autorisation

L'instruction de l'autorisation de création d'une installation de stockage en couche géologique profonde ne débutera qu'à la demande formelle de l'Andra et sera notamment encadrée par la section 4 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement et par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, spécifique à une installation de stockage en couche géologique profonde.

Le dossier d'options de sûreté de Cigéo

Le dépôt d'un dossier d'options de sûreté (DOS) marque l'entrée dans un processus encadré réglementairement[7]. L'ASN a reçu le DOS de Cigéo en avril 2016. À l'issue de la phase d'instruction technique, le projet d'avis de l'ASN a fait l'objet d'une consultation du public, qui a eu lieu du 1er août au 15 septembre 2017. Après analyse des contributions reçues, l'ASN a rendu son avis le 11 janvier 2018. Par lettre, l'ASN a également formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires (phénomènes de corrosion, bétons à bas pH, représentativité du modèle hydrogéologique, stratégie de surveillance, etc.). Les demandes de cette lettre tiennent compte des suggestions et remarques recueillies lors de la consultation du public.

L'instruction du DOS de Cigéo a mis en exergue plusieurs sujets à enjeux sur des aspects spécifiques (architecture, définition des aléas, gestion post-accidentelle, etc.). Parmi ces sujets, l'ASN a identifié que la gestion des déchets bitumés devait faire l'objet d'une attention particulière.

La gestion des déchets bitumés est par ailleurs suivie dans le cadre du PNGMDR, qui demandait plusieurs études relatives à la caractérisation de ces colis, à leurs modalités de transport et aux possibilités de traitement (articles 46, 47 et 48 de l'arrêté du 23 février 2017).

En 2019, l'ASN a fait part aux producteurs de déchets et à l'Andra de demandes de compléments[8] à la suite de l'instruction de l'étude remise au titre de l'article 46. Celles-ci portent notamment sur l'effet de l'auto-irradiation sur le comportement thermique des colis de déchets bitumés, sur la réactivité thermique des enrobés bitumés, sur le gonflement à long terme dans le cadre du comportement à long terme de l'installation Cigéo et sur les évolutions de conception permettant d'assurer la maîtrise des risques associés au stockage des colis de déchets bitumés.

Le ministre chargé de l'énergie et l'ASN ont par ailleurs souhaité qu'une expertise pluridisciplinaire, indépendante et tirant parti des pratiques internationales, soit menée sur cette problématique. Cette expertise a présenté ses conclusions en septembre 2019 devant le groupe de travail chargé du suivi du PNGMDR. À cet égard l'ASN estime dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1er décembre 2020 qu'au regard des conclusions de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés et des études sur les évolutions de conception des alvéoles MA-VL de Cigéo, qui mettent en lumière de éléments techniques nouveaux depuis la publication de l'avis du 11 janvier 2018, il est nécessaire que les producteurs mettent en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés indispensable pour disposer de la démonstration que tout ou partie des colis de déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans l'installation en projet Cigéo.

7. *L'article R. 593-14 du code de l'environnement prévoit que* « toute personne qui prévoit d'exploiter une INB peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1. L'autorité, par un avis rendu et publié dans les conditions et les formes qu'elle détermine, précise dans quelle mesure les options de sûreté présentées par le demandeur sont propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593.1, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. L'autorité peut définir les études et justifications complémentaires qui seraient nécessaires en vue d'une éventuelle demande d'autorisation de création. Elle peut fixer la durée de validité de son avis. Cet avis est notifié au demandeur et communiqué au ministre chargé de la sûreté nucléaire. »

8. *Les lettres de suite sont disponibles sur le site de l'ASN, dans la rubrique « Informer », « Dossiers pédagogiques », « La gestion des déchets radioactifs », « Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs », « PNGMDR 2016-2018 ».*

L'ASN estime par ailleurs que les colis de déchets bitumés dont la sûreté en stockage ne pourrait être démontrée doivent faire l'objet de travaux complémentaires.

Le CEA a informé l'ASN du lancement, en 2021, d'un nouveau programme d'études dit « quadripartite » (regroupant l'Andra et les trois grands exploitants), visant à nourrir les réflexions sur les modes de gestion des déchets bitumés par l'apport d'éléments issus d'actions de recherche et développement. L'ASN a accueilli favorablement cette démarche et suivra les avancées de ce programme, qui se déroulera sur cinq ans.

Du dossier d'options de sûreté vers la demande d'autorisation de création

À ce jour, l'Andra poursuit la conception du projet Cigéo et prépare les demandes d'autorisation requises. L'Andra a déposé une demande de déclaration d'utilité publique en août 2020. L'enquête publique relative à la déclaration d'utilité publique s'est tenue du 15 septembre au 23 octobre 2021. L'avis motivé, les conclusions générales et le rapport de la commission d'enquête ont été publiés le 20 décembre 2021. Préalablement à cette enquête, l'ASN a apporté des réponses aux questions des commissaires enquêteurs sur certains aspects techniques du projet Cigéo. L'Andra prendra la qualité d'exploitant nucléaire dès le dépôt de la demande d'autorisation de création. En 2021, l'ASN et l'IRSN ont notamment dialogué avec l'Andra au sujet de la définition du niveau de l'aléa sismique en exploitation et ont engagé des discussions en vue de préparer l'instruction de la demande d'autorisation de création. L'Andra devra aussi intégrer les résultats de la revue sur les déchets bitumés dans son dossier de demande d'autorisation de création, notamment en ce qui concerne l'architecture des alvéoles MA-VL.

Dans le cadre du débat public relatif à la 5e édition du PNGMDR, le dispositif de gouvernance de Cigéo a été identifié comme sujet à approfondir, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de la réversibilité et les objectifs de la phase industrielle pilote. La Commission particulière du débat public (CPDP) conclut notamment que la société civile doit être impliquée dans la gouvernance de Cigéo, en particulier pendant la phase industrielle pilote. Par ailleurs, la commission estime que le public devra également être associé aux étapes ayant un impact sur la réversibilité de l'installation, en particulier la récupérabilité des colis.

La décision de la ministre chargée de l'énergie et du président de l'ASN du 21 février 2020 consécutive au débat public prévoit à cet égard que le PNGMDR précisera les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage, en particulier en matière de récupérabilité des colis, les jalons décisionnels du projet Cigéo ainsi que la gouvernance à mettre en œuvre afin de pouvoir réinterroger les choix effectués. Elle précise également que le PNGMDR définira les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote prévue à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, les modalités d'information du public entre deux mises à jour successives du plan directeur d'exploitation prévu à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, ainsi que les modalités d'association du public aux étapes structurantes de développement du projet Cigéo. Des dispositions répondant aux demandes présentées dans cet avis ont été intégrées au projet de PNGMDR 2021-2025.

Le coût du projet

Conformément à la procédure prévue à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a, après avis de l'ASN en février 2015 et observations des producteurs de déchets radioactifs, arrêté le 15 janvier 2016 le coût de référence du projet de stockage Cigéo « *à 25 milliards d'euros aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts* ». Cet arrêté précise également que le coût doit être mis à jour régulièrement et au moins aux étapes clés du développement du projet (autorisation de création, mise en service, fin de la « phase industrielle pilote », réexamens périodiques).

2 // La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, le rôle de l'ASN et les stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

2.1 La nature du contrôle et actions de l'ASN

2.1.1 L'approche graduée

Le contrôle mené par l'ASN vise, en matière de gestion des déchets radioactifs, d'une part, à vérifier la bonne application des dispositions réglementaires relatives à la gestion des déchets sur les sites de production (par exemple en matière de zonage, de conditionnement ou de contrôles réalisés par l'exploitant), d'autre part, à vérifier la sûreté des installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations de traitement, de conditionnement, d'entreposage et de stockage des déchets). Ce contrôle est exercé de manière proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire associés à chaque étape de la gestion des déchets et à chaque installation. Ainsi, les INB de gestion des déchets sont classées dans l'une des trois catégories, numérotées de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent. Cette catégorisation est prise en compte dans l'élaboration du programme d'inspection et permet de cibler le niveau d'expertise requis pour l'instruction de certains dossiers soumis à l'ASN par les exploitants.

Ces différentes installations, ainsi que l'appréciation par l'ASN de leur niveau de sûreté, sont présentées en introduction de ce rapport.

2.1.2 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Traitement

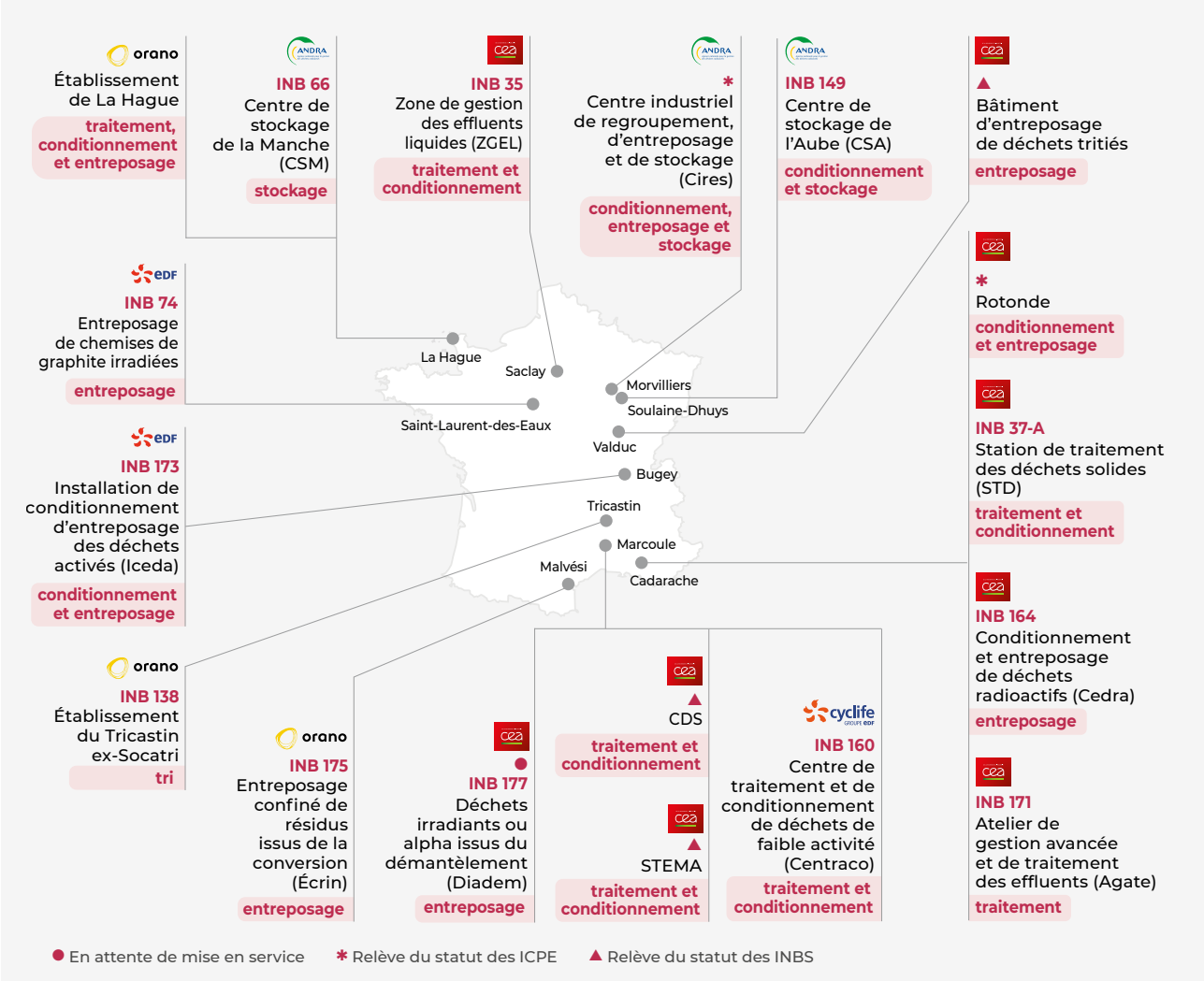
Le traitement est une étape fondamentale dans le processus de gestion des déchets radioactifs. Cette opération permet de séparer les déchets selon différentes catégories afin de faciliter leur gestion ultérieure et de réduire significativement le volume des déchets.

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés, interviennent dans ce processus en permettant, par l'intermédiaire d'une dissolution et d'un traitement chimique, de séparer les gaines et les produits de fission. Les coques et embouts sont ensuite compactés pour réduire leur emprise en stockage.

Le centre de traitement et de conditionnement de déchets de faible activité (Centraco) de Cyclife France permet quant à lui une réduction significative du volume des déchets de faible et très faible activité qui y sont envoyés. Cette usine possède une unité dédiée à l'incinération des déchets combustibles, et une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques.

Les effluents radioactifs peuvent également être concentrés par évaporation, à l'instar des opérations réalisées dans l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate – INB 171) avec ce même objectif de réduction volumique.

PRINCIPALES INSTALLATIONS SUPPORTS À LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS



Conditionnement

Le conditionnement des déchets radioactifs consiste à placer les déchets dans un colis qui assure une première barrière de confinement prévenant la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. Les techniques mises en œuvre dépendent des caractéristiques physico-chimiques des déchets et de leur typologie, ce qui explique la grande variété de colis utilisés. Ces colis font l'objet d'approbations de l'Andra pour ceux destinés à des installations de stockage en exploitation, et d'accords de conditionnement de l'ASN pour ceux ayant vocation à être orientés vers des installations de stockage à l'étude.

Les opérations de conditionnement sont, dans certains cas, réalisées directement sur le site de production des déchets, mais peuvent également l'être dans des installations dédiées, à l'instar des usines de La Hague, qui conditionnent les coques et embouts du combustible irradié en colis dits « conteneurs standards de déchets compactés » (CSD-C) et les produits de fission en colis dits « conteneurs standards de déchets vitrifiés » en acier inoxydable (CSD-V), et des stations de traitement des effluents, telles que l'atelier Stella de l'INB 35. Les colis de déchets conditionnés sont parfois constitués dans les installations où ils ont vocation à être entreposés, comme pour les colis MA-VL dans l'installation Iceda, ou directement dans une installation de stockage, le Cires et le CSA mettant en œuvre ces opérations pour une partie des colis entrants.

Entreposage

L'entreposage, défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, est une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs. Les déchets sont conservés pour une durée limitée (pouvant aller jusqu'à 50 ans) dans l'attente de leur envoi en stockage, ou afin d'atteindre une décroissance radioactive suffisante pour permettre leur envoi vers des filières de gestion de déchets conventionnels dans le cas particulier des déchets à vie très courte, issus principalement du domaine médical.

Certaines installations (voir ci-après) sont spécifiquement dédiées à l'entreposage de déchets radioactifs, telles qu'Écrin, mise en service en 2018, Cedra et Iceda, mise en service en 2020. Ce sera également le cas de Diadem, une fois cette installation mise en service à l'horizon 2024. Les colis CSD-C et CSD-V sont quant à eux entreposés directement au sein de différentes installations du site de La Hague dans l'attente de la mise en service du stockage de déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde prévue à l'horizon 2035.

Recherche et développement

Des installations supports permettent de réaliser des opérations de recherche et développement en vue d'optimiser la gestion des déchets radioactifs.

Parmi elles, l'installation Chicade (INB 156), exploitée par le CEA sur le site de Cadarache, réalise des travaux de recherche et de développement concernant des objets et déchets de faible

et moyenne activités. Ces travaux concernent principalement les procédés de traitement de déchets aqueux, les procédés de décontamination, les méthodes de conditionnement de déchets solides, ainsi que l'expertise et le contrôle de colis de déchets.

2.1.3 Le contrôle du conditionnement des colis

La réglementation

L'arrêté du 7 février 2012 définit les exigences associées au conditionnement des colis. Il est notamment demandé aux producteurs de déchets radioactifs de conditionner leurs déchets en tenant compte des exigences liées à leur gestion ultérieure, et tout particulièrement leur acceptation dans des installations de stockage.

La décision n° 2017-DC-0587 de l'ASN du 23 mars 2017 précise les exigences relatives au conditionnement des déchets en vue de leur stockage et aux conditions d'acceptation des colis de déchets dans les INB de stockage.

La production des colis de déchets à destination d'installations de stockage existantes

Les producteurs de colis de déchets élaborent un dossier de demande d'approbation sur la base des spécifications d'acceptation de l'installation de stockage destinataire des colis. L'Andra délivre une approbation formalisant son accord sur le procédé de fabrication et la qualité des colis. L'Andra vérifie la conformité des colis aux approbations délivrées, par l'intermédiaire d'audits et de missions de surveillance, chez les producteurs de colis et sur les colis reçus dans ses installations.

Les colis de déchets à destination d'installations de stockage à l'étude

Pour les déchets destinés à des installations de stockage à l'étude, les spécifications d'acceptation des déchets n'ont, de fait, pas encore été définies. L'Andra ne peut donc pas délivrer d'approbation pour encadrer la production de colis de déchets de type FA-VL, HA-VL ou MA-VL.

Dans ces conditions, la production de colis de tels déchets est soumise à l'accord de l'ASN sur la base d'un dossier établi par le producteur de déchets, appelé « référentiel de conditionnement ». Celui-ci doit démontrer le caractère non rédhibitoire des colis, sur la base des connaissances existantes et des exigences actuellement identifiées pour les installations de stockage à l'étude, et concernant par exemple la géométrie et les masses maximales des colis, les déchets interdits ou soumis à restriction ou les limites de débit de dose ou d'activité radiologique.

Cette disposition permet notamment de ne pas retarder les opérations de reprise et conditionnement des déchets (RCD).

Dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, il a été demandé aux producteurs de déchets d'étudier l'acceptabilité des colis de déchets destinés à Cigéo. Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1er décembre 2020, ainsi que dans un courrier du 23 juillet 2021, l'ASN a formulé plusieurs observations relatives à la méthodologie d'élaboration de ces spécifications préliminaires d'acceptation dans Cigéo, aux paramètres retenus ainsi qu'aux modes de stockage envisagés. Elle a notamment estimé que la méthodologie d'élaboration des spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo était satisfaisante. Néanmoins, elle a relevé que plusieurs paramètres, en particulier qualitatifs, devraient être consolidés afin de faciliter leur vérification. Par ailleurs, l'analyse de l'acceptabilité des colis par les producteurs ne pouvant être considérée que partielle, notamment au regard du mode de stockage retenu, elle devra à nouveau être réalisée sur la base de la prochaine version des spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo, qui sera présentée lors du dépôt de la demande d'autorisation de création de cette installation.

Le contrôle

Parallèlement aux actions de surveillance exercées par l'Andra sur les colis agréés, l'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour décliner correctement les exigences de l'approbation et maîtriser les procédés de conditionnement. Pour les colis de déchets destinés aux installations de stockage à l'étude, l'ASN est particulièrement vigilante à ce que les colis soient conformes aux accords de conditionnement délivrés.

Enfin, l'ASN s'assure également, par des inspections, que l'Andra met en œuvre les dispositions nécessaires pour vérifier la qualité des colis acceptés dans ses installations de stockage. En effet, l'ASN considère que le rôle de l'Andra dans le processus de délivrance des approbations et dans le contrôle des dispositions prises par les producteurs de colis de déchets est primordial pour garantir la qualité des colis et le respect de la démonstration de sûreté des stockages de déchets.

2.1.4 L'élaboration de recommandations pour une gestion durable des déchets

L'ASN rend des avis sur les études remises dans le cadre du PNGMDR. Entre juin 2020 et mai 2021, l'ASN a rendu sept avis portant sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, en vue de l'élaboration du 5e PNGMDR. L'ASN a également émis un avis n° 2021-AV-0390 du 9 novembre 2021 sur le projet de 5e plan élaboré par le ministère chargé de l'énergie.

2.1.5 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants

L'ASN peut prendre des décisions à caractère réglementaire. Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 qui concernent la gestion des déchets radioactifs ont été déclinées dans les décisions de l'ASN relatives à la gestion des déchets dans les INB et au conditionnement des déchets précédemment mentionnées. À titre d'exemple, la décision du 23 mars 2017 traite du conditionnement des déchets radioactifs et des conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage. Elle vise à préciser les exigences de sûreté des étapes d'une filière de gestion. Cette décision est applicable depuis le 1er juillet 2018. Par ailleurs, afin d'assurer une approche cohérente de gestion des déchets au sein des INB et des installations nucléaires de base secrètes (INBS), une convention a été signée, en janvier 2021, entre l'ASN et l'ASND qui coordonnent leurs actions dans ce domaine.

De manière plus générale, l'ASN édicte des prescriptions relatives à la gestion des déchets provenant des INB.

L'ASN a précisé, dans deux guides, certaines attentes relatives à la gestion des déchets : le Guide n° 18 relatif à la gestion des effluents et déchets radioactifs produits par une activité nucléaire autorisée au titre du code de la santé publique et le Guide n° 23 relatif au plan de zonage déchets des INB (voir points 1.2.1 et 1.2.2).

Enfin, l'ASN est consultée pour avis sur les projets de textes réglementaires relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

2.1.6 L'évaluation des charges financières nucléaires

Le cadre réglementaire visant à sécuriser le financement des charges de démantèlement des installations nucléaires ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, des charges d'arrêt définitif, d'entretien et de surveillance, ainsi que des charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, est décrit dans le chapitre 13 (voir point 1.4).

2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs

L'exploitant d'une INB, y compris d'une installation de gestion des déchets radioactifs, procède périodiquement au réexamen de son installation afin d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. La diversité et le caractère souvent unique de chaque installation de gestion des déchets radioactifs conduisent l'ASN à adopter une démarche d'instruction spécifique à chaque installation.

Dans ce cadre, sept réexamens sont en cours d'instruction par l'ASN sur des installations de gestion des déchets radioactifs. Ils concernent :

- deux INB exploitées par le CEA : l'installation de traitement et conditionnement (INB 35) sur le site de Saclay et l'installation de recherche et développement Chicade (INB 156) sur le site de Cadarache ;
- une INB exploitée par Orano : l'INB 118, installation de traitement, conditionnement et entreposage de colis de déchets sur le site de La Hague ;
- deux INB exploitées par l'Andra : le centre de stockage de déchets radioactifs de l'Aube (INB 149) et le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (INB 66) ;
- une INB exploitée par EDF : l'INB 74 constituée des silos d'entreposage de Saint-Laurent-des-Eaux ;
- une INB exploitée par Cyclife France : installation Centraco de traitement des déchets par fusion ou par incinération (INB 160).

2.2.1 Les réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Les réexamens périodiques des installations les plus anciennes, telles que les INB 35, 74 et 118, présentent des enjeux particuliers. Les silos de Saint-Laurent-des-Eaux (INB 74) présentent notamment des enjeux de sûreté, compte tenu de leurs inventaires. Ces réexamens doivent traiter de la maîtrise des conditions d'entreposage des déchets en incluant les déchets historiques, de la reprise et du conditionnement de ces déchets en vue d'une évacuation dans la filière dédiée ainsi que de l'assainissement programmé des bâtiments. En lien avec ces enjeux, les réexamens doivent permettre d'assurer la maîtrise des impacts des rejets dans les milieux (sols, eaux souterraines ou encore eaux marines pour l'INB 118).

Pour les installations plus récentes que sont Cedra et Chicade, les réexamens périodiques mettent en exergue des problématiques plus génériques. La tenue des bâtiments en cas d'agressions internes et externes (séisme, incendie, foudre, inondation, chute d'aéronef) constitue un des points importants. L'ASN a fait connaître ses conclusions sur le réexamen de l'installation d'entreposage Cedra le 3 décembre 2021.

2.2.2 Les réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

Les réexamens du CSM (INB 66) et du CSA (INB 149) présentent la particularité de traiter de la maîtrise des risques et des inconvénients sur le long terme, en plus de réévaluer leur maîtrise en exploitation. Ils ont donc pour objectif de mettre à jour, si nécessaire, les scénarios, modèles et hypothèses de long terme afin de confirmer la bonne maîtrise des risques et inconvénients dans le temps. Les réexamens périodiques de ces deux installations, bien qu'à des stades d'avancement différents (dossier déposé en avril 2019 pour le CSM, instruction de l'ASN en cours de finalisation pour le CSA), mettent ainsi en exergue la nécessité de progresser sur la connaissance des impacts à long terme liés aux substances chimiques toxiques contenues dans certains déchets, ainsi que sur la connaissance des impacts des radionucléides sur l'environnement.

Les réexamens successifs doivent également permettre de préciser les dispositions techniques prévues par l'exploitant pour assurer la maîtrise des inconvénients de l'installation à long terme, notamment pour la couverture qui participe au confinement final des massifs de stockage. La pérennité de la couverture du CSM est, avec la conservation de la mémoire pour les générations futures, l'axe prépondérant du réexamen de ce centre de stockage de déchets radioactifs.

De plus, ces réexamens permettent de préciser, au fil du temps, les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour permettre une surveillance sur le long terme du comportement du stockage.

2.3 La stratégie de gestion des déchets du CEA et l'appréciation de l'ASN

La typologie de déchets du CEA

Le CEA exploite des installations de nature diverse, couvrant l'ensemble des activités liées au cycle nucléaire : des laboratoires et usines liés aux recherches sur le « cycle du combustible », mais également des réacteurs d'expérimentation.

Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement.

Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés et recouvrent notamment :

- des déchets produits par l'exploitation des installations de recherche (tenues de protection, filtres, pièces et composants métalliques, déchets liquides, etc.) ;
- des déchets issus d'opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (déchets cimentés, sodés, magnésiens, mercuriels, etc.) ;
- des déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations (déchets de graphite, gravats, terres contaminées, etc.).

Le spectre de contamination de ces déchets est également large avec, en particulier, la présence d'émetteurs alpha dans les activités liées aux recherches sur le « cycle du combustible », d'émetteurs bêta-gamma pour les déchets de fonctionnement issus des réacteurs d'expérimentation.

Pour gérer ces déchets, le CEA dispose d'installations spécifiques (de traitement, de conditionnement et d'entreposage). Certaines d'entre elles sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la station de traitement des effluents liquides de Marcoule ou la station de traitement des déchets de Cadarache.

Les enjeux

Les principaux enjeux pour le CEA en matière de gestion des déchets radioactifs sont :

- la rénovation d'installations (par exemple l'INB 37-A) ou la mise en service de nouvelles installations permettant le traitement, le conditionnement et l'entreposage des effluents (Agate), des combustibles usés et des déchets dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes et dans des délais compatibles avec les engagements pris pour l'arrêt des installations anciennes dont le niveau de sûreté ne répond pas aux exigences actuelles ;
- la conduite des projets de reprise et de conditionnement des déchets anciens.

L'examen par l'ASN de la stratégie de gestion des déchets du CEA

Le précédent examen par l'ASN de la stratégie du CEA, qui avait abouti en 2012, avait montré que la gestion des déchets s'était

améliorée depuis l'examen réalisé en 1999. L'ASN observait néanmoins que certains aspects de cette stratégie pourraient être consolidés, en particulier concernant la gestion des déchets solides de moyenne activité à vie longue et des déchets liquides de faible ou moyenne activité. Des augmentations significatives de la durée prévue pour les opérations de démantèlement déclarées par le CEA après l'examen conduit en 2012, ainsi que la quantité et le caractère non standard et difficilement caractérisables de certaines substances ou déchets amenés à être désentreposés ou produits lors des opérations de démantèlement, ont conduit l'ASN, conjointement avec l'ASND, à demander au CEA de réaliser un réexamen global de sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs lors des 15 prochaines années. Le CEA a remis les résultats de ces travaux en décembre 2016. L'instruction de ce rapport a permis aux deux autorités de rendre un avis conjoint sur cette stratégie en mai 2019.

L'ASN et l'ASND estiment que la définition de la stratégie de démantèlement des installations et la mise à jour de la stratégie de gestion des déchets et des matières du CEA résultent d'un travail approfondi. Il apparaît acceptable que le CEA prévoie un échelonnement des opérations de démantèlement, compte tenu des moyens alloués par l'État, et du nombre important d'installations en démantèlement, pour lesquelles des capacités de reprise de déchets ainsi que d'entreposage, devront être construites.

Concernant la stratégie de gestion des matières et des déchets, les deux autorités constatent plusieurs fragilités du fait notamment de la mutualisation entre centres envisagée, par exemple, pour la gestion des effluents radioactifs aqueux ou des déchets radioactifs solides, conduisant à ne disposer, pour certaines opérations, que d'une seule installation. Les deux autorités notent aussi des incertitudes relatives à la gestion des combustibles usés ou des matières irradiées, qui devra être précisée.

L'ASN et l'ASND ont donc adressé au CEA plusieurs demandes visant à limiter ces fragilités, à consolider sa stratégie et à en préciser le calendrier de réalisation.

Elles demandaient que le CEA rende compte régulièrement de l'avancement des projets de démantèlement et de gestion des déchets, et qu'une communication régulière vis-à-vis du public soit réalisée, suivant les modalités appropriées à la nature des installations, civiles ou de défense. L'ASN, l'ASND et le CEA ont convenu de la mise en place d'un suivi régulier de ces opérations, notamment au travers d'indicateurs d'avancement.

Le suivi de la mise en œuvre de la stratégie de gestion des déchets du CEA

L'ASN a engagé des échanges réguliers dédiés avec la DGEC, l'ASND et le CEA, afin de renforcer le suivi de l'avancement des projets prioritaires. L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement les enjeux liés à la réalisation de ces projets, qui doivent être conduits simultanément et concernent tant la conduite d'opérations de démantèlement que l'exploitation d'installations support à la gestion des déchets. L'ASN constate que les échéances de nombreux projets prioritaires ont significativement évolué depuis le dossier remis en 2016. Elle continuera à porter une vigilance particulière sur la conduite et le suivi de ces projets en 2022.

2.4 La stratégie de gestion des déchets d'Orano et l'appréciation de l'ASN

L'usine de traitement des combustibles usés de l'établissement de La Hague présente les principaux enjeux en termes de gestion des déchets radioactifs chez Orano. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant généralement de centrales nucléaires de production d'électricité, mais également de réacteurs de recherche ; d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. La majorité de ces déchets restent la propriété de l'exploitant qui fait procéder au traitement de ses combustibles usés, qu'ils soient français ou étrangers. Les déchets français sont orientés vers les filières de gestion précédemment décrites, alors que les déchets étrangers sont renvoyés dans leur pays d'origine. Sur le site du Tricastin, Orano produit également des déchets liés aux activités de l'amont du cycle (production des combustibles nucléaires), essentiellement contaminés par des émetteurs alpha.

Orano (anciennement Areva) a remis mi-2016 à l'ASN et à l'ASND un dossier présentant la stratégie de gestion des démantèlements et des déchets des installations françaises du groupe, ainsi que son application pratique sur les sites de La Hague et du Tricastin. Ce dossier a été complété en 2017. Orano a par ailleurs transmis, en 2018, des engagements généraux et particuliers pour les sites de La Hague et du Tricastin. L'ASN a pris position sur cette stratégie (voir « Faits marquants » en introduction de ce rapport). Par ailleurs, afin de s'assurer de la capacité d'Orano à respecter les échéances précisées dans sa stratégie, l'ASN a engagé une démarche innovante d'inspection de gestion de projet complexe. Dans ce cadre, Orano a proposé en 2021 des outils pour faciliter le suivi par l'ASN de l'avancement des projets majeurs de RCD sur l'établissement de La Hague. Les résultats obtenus sont encourageants et l'ASN va poursuivre cette démarche.

Les enjeux

Les principaux enjeux liés à la gestion des déchets de l'exploitant Orano ont trait en particulier :

- à la sûreté des installations d'entreposage des déchets anciens. Sur le site de La Hague, des installations dédiées à la reprise et au conditionnement puis à l'entreposage des déchets anciens doivent être conçues, construites puis mises en service. Ces projets complexes rencontrent des difficultés techniques, qui peuvent rendre nécessaires certains aménagements des délais fixés par l'ASN (voir chapitre 13). De plus, les capacités d'entreposage sur site doivent être anticipées avec des marges prudentes, afin de prévenir leur saturation. Sur le site du Tricastin, les déchets historiques entreposés nécessitent des actions importantes en termes de caractérisation et de recherche d'options de gestion. Les conditions d'entreposage dans certaines installations du Tricastin ne répondent pas aux exigences de sûreté actuelles et doivent être améliorées ;
- à la définition de solutions pour le conditionnement des déchets, en particulier des déchets anciens. Ces solutions doivent faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 (voir point 2.2.2). La maîtrise des échéances de conditionnement est un axe particulièrement important, qui nécessite le développement de programmes de caractérisation pour démontrer la faisabilité des procédés de conditionnement retenus et identifier suffisamment tôt les risques susceptibles d'affecter significativement le projet. Le cas échéant, lorsque la faisabilité du conditionnement défini ne peut pas être établie dans des délais compatibles avec les échéances prescrites, il est nécessaire, pour l'exploitant, de prévoir une solution alternative, incluant en particulier des entreposages intermédiaires, permettant la reprise et la caractérisation des déchets historiques dans les meilleurs délais. Pour mémoire, l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement impose que les déchets MA-VL produits avant 2015 soient conditionnés au plus tard fin 2030.

Dans le cadre des opérations de RCD, Orano étudie des solutions de conditionnement nécessitant le développement de nouveaux procédés, notamment pour les déchets MA-VL suivants :

- les boues radioactives provenant de l'installation STE2 de La Hague ;

- les déchets technologiques émetteurs de rayonnement alpha provenant principalement des usines de La Hague et Melox (Gard) ne pouvant pas être stockés en surface.

Pour d'autres types de déchets MA-VL issus des opérations de RCD, Orano étudie la possibilité d'adapter des procédés existants (compactage, cimentation, vitrification). Une partie des référentiels de conditionnement associés est en cours d'instruction par l'ASN.

2.5 La stratégie de gestion des déchets d'EDF et l'appréciation de l'ASN

Les déchets radioactifs produits par EDF proviennent de plusieurs activités distinctes. Ils s'agit notamment des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires qui sont constitués de déchets activés dans les cœurs des réacteurs, et de déchets résultant de leur fonctionnement et de leur maintenance. À cela s'ajoutent certains déchets anciens, ainsi que les déchets issus des opérations de démantèlement en cours. EDF est également propriétaire de déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustibles usés dans l'usine Orano de La Hague, pour la part qui lui est attribuée.

Les déchets activés

Ces déchets sont notamment les grappes de commande et les grappes de contrôle utilisées pour le fonctionnement des réacteurs. Ce sont des déchets MA-VL dont les quantités produites sont faibles. Ils sont actuellement entreposés dans les piscines d'entreposage du combustible dans les centrales nucléaires, en attendant d'être transférés dans l'installation Iceda.

Les déchets d'exploitation et de maintenance

Une partie des déchets est traitée par fusion ou incinération dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ultimes. Les autres types de déchets de fonctionnement et de maintenance sont conditionnés sur les sites de production puis expédiés pour stockage au CSA ou au Cires (voir points 1.3.1 et 1.3.2). Ils contiennent des émetteurs bêta et gamma et peu ou pas d'émetteurs alpha. EDF a remis fin 2013 un dossier présentant sa stratégie en matière de gestion des déchets. Après instruction, l'ASN a notamment demandé à EDF, en 2017, de poursuivre ses mesures pour réduire les incertitudes associées à l'activité des déchets envoyés au CSA, d'améliorer ses dispositions organisationnelles pour garantir des ressources suffisantes à la gestion des déchets radioactifs et de présenter la filière la plus appropriée pour le traitement des générateurs de vapeur usés. Enfin, le traitement des tubes de guide de grappes usés[9] du parc EDF (environ 2000) pourrait être réalisé par Cyclife France dans l'installation Centraco. Les différentes demandes d'autorisation relatives à ce projet sont en cours d'instruction par l'ASN.

Les enjeux

Les principaux enjeux associés à la stratégie de gestion des déchets d'EDF concernent :

- la gestion des déchets anciens. Il s'agit principalement des déchets de structure (chemises en graphite) des combustibles de la filière de réacteurs UNGG. Ces déchets pourraient être stockés dans un centre de stockage pour les déchets de type FA-VL (voir point 1.3.4). Ils sont entreposés principalement dans des silos semi-enterrés à Saint-Laurent-des-Eaux. Les déchets de graphite sont également présents sous forme d'empilements dans les réacteurs UNGG en cours de démantèlement. EDF a mené, dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, une étude de fiabilisation de l'activité de ces déchets et a remis ses conclusions en décembre 2019. Ce rapport fait l'objet d'une instruction par l'ASN ;
- les évolutions liées au « cycle du combustible ». La politique d'EDF en matière d'utilisation du combustible (voir chapitre 10) a des conséquences sur les installations du cycle (voir chapitre 11) et sur les quantités et la nature des déchets produits. L'ASN a rendu un avis sur la cohérence du « cycle du combustible nucléaire » en octobre 2018 (voir chapitre 11)

3 // La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

L'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 76 000 tonnes d'uranium. Des activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites en France, répartis sur 27 départements dans les huit régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le traitement des minerais a, quant à lui, été réalisé dans huit usines. Aujourd'hui, les anciennes mines d'uranium sont presque toutes sous la responsabilité d'Orano. On peut distinguer deux catégories de produits issus de l'exploitation des mines d'uranium :

- les stériles miniers, qui désignent les roches excavées pour accéder au minerai. La quantité de stériles miniers extraits est évaluée à environ 170 millions de tonnes ;
- les résidus de traitement, qui désignent les produits restants, après extraction de l'uranium contenu dans le minerai, par traitement statique ou dynamique. En France, ces résidus représentent 50 millions de tonnes, réparties dans 17 stockages. Ces sites sont des ICPE et leur impact sur l'environnement est contrôlé.

Le réaménagement des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium a notamment consisté en la mise en place d'une couverture solide sur les résidus, afin d'assurer une barrière de protection géochimique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés ainsi que des produits liés à l'exposition externe et interne des populations voisines.

Le contexte réglementaire

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Les mines et les stockages de résidus miniers ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

Dans le cas spécifique des anciennes mines d'uranium, un plan d'action a été défini par la circulaire n° 2009-132 du 22 juillet 2009 du ministre chargé de l'environnement et du président de l'ASN du 22 juillet 2009, selon les axes de travail suivants :

- contrôler les anciens sites miniers ;
- améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et leur surveillance ;

9. Actuellement entreposés dans les piscines des centrales nucléaires, ils servent à guider les grappes de commande dans les réacteurs. Ces pièces sont notablement activées, notamment en partie basse. Les TGG déposés sont considérés par EDF comme des déchets radioactifs, à traiter dans des filières d'élimination ou de traitement dédiées.

- gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) ;
- renforcer l'information et la concertation.

PNGMDR : le comportement à long terme des sites

Depuis 2003, les études remises dans le cadre du PNGMDR ont permis d'améliorer les connaissances concernant :

- l'impact dosimétrique des stockages de résidus miniers sur l'homme et l'environnement, avec notamment la comparaison des données issues de la surveillance et des résultats de modélisation ;
- l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme des verses à stériles et des stériles dans le domaine public en lien avec les résultats acquis dans le cadre de la circulaire du 22 juillet 2009 ;
- la stratégie à retenir pour l'évolution du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers ;
- la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs ;
- la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus ;
- les phénomènes de transport de l'uranium des verses à stériles vers l'environnement ;
- les mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

À la suite de l'avis n° 2016-AV-0255 de l'ASN du 9 février 2016, et dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, Orano a transmis 11 études entre janvier 2017 et février 2020 pour compléter les études remises antérieurement. Sur cette base, l'ASN a remis un avis le 4 février 2021, destiné à faire le point sur ces sujets.

Ainsi, l'avis n° 2021-AV-0374 de l'ASN du 4 février 2021 précise les études restant à réaliser pour répondre aux enjeux associés aux anciens sites miniers et rappelés ci-avant. Ces études peuvent conduire à la réalisation de travaux, tels que le retrait de stériles miniers dans le domaine public, le renforcement d'ouvrages ceinturant les sites de stockages, l'amélioration de la conservation de la mémoire. Cet avis recommande aussi la poursuite des travaux de deux groupes de travail techniques portant sur :

- le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium. Le rapport d'étape a été publié sur le site de l'ASN. En 2021, les travaux se sont poursuivis et le rapport final sur le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium devrait être publié en 2022. Par la suite, la publication d'un guide méthodologique pour évaluer la stabilité de ce type d'ouvrage pourrait être envisagée ;
- la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères. Le rapport d'étape a été publié sur le site de l'ASN. En 2021, le groupe de travail technique dédié a poursuivi l'élaboration de la méthodologie d'analyse multicritères multiacteurs, en la testant notamment sur un site.

L'ASN a proposé la création d'un troisième groupe dont le travail portera sur la mise à jour de la méthodologie d'évaluation de l'impact à long terme des stockages de résidus de traitement miniers. Ce groupe de travail s'attachera, en particulier, à préciser les scénarios de dégradation à long terme de la couverture des stockages de résidus de traitement miniers, en lien avec les scénarios d'évolution des sites de stockage de déchets radioactifs et les travaux menés dans le cadre du groupe d'expertise pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin (GEP Limousin). Son lancement est prévu en 2022.

Le projet de PNGMDR 2021-2025 prévoit la poursuite de ces actions relatives à l'impact environnemental et sanitaire à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium. Elle se traduira par la définition, en 2022, d'un programme de travail détaillé. Ce programme prendra notamment en compte les trois nouvelles études sur la stabilité des ouvrages de trois sites situés en Haute-Vienne (Brugeaud, Lavaugrasse et Montmassacrot) remises en octobre 2021 par Orano et celle en janvier 2022 relative aux sédiments.

4 // La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives

Un site pollué par des substances radioactives se définit comme un site qui, du fait d'anciens dépôts de substances ou déchets radioactifs, d'utilisation ou d'infiltration de substances radioactives ou d'activation radiologique de matériaux, présente une pollution radioactive susceptible de provoquer une nuisance ou un risque durable pour les personnes ou l'environnement.

La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche impliquant des substances radioactives. Elle peut concerner les lieux d'exercice de ces activités, mais également leur voisinage, immédiat ou plus éloigné. Les activités concernées sont, en général, soit des activités nucléaires, telles que définies par le code de la santé publique, soit des activités concernées par la radioactivité naturelle.

Toutefois, la plupart des sites pollués par des substances radioactives nécessitant actuellement une gestion ont été le siège d'activités industrielles passées, à une époque où la connaissance des risques liés à la radioactivité n'était pas la même qu'aujourd'hui. Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives actuellement recensées sont l'extraction du radium pour les besoins de la médecine et pour la parapharmacie, au début du XX^{e} siècle jusqu'à la fin des années 1930, la fabrication et l'application de peintures radioluminescentes pour la vision nocturne, ainsi que les industries exploitant des minerais tels que la monazite ou le zircon. La gestion d'un site pollué par des substances radioactives est une gestion au cas par cas, qui nécessite de disposer d'un diagnostic précis du site.

L'article L. 125-6 du code de l'environnement prévoit que l'État élabore, au regard des informations dont il dispose, des secteurs d'information sur les sols. Ceux-ci doivent comprendre les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en œuvre de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé, la salubrité publique et l'environnement. Le décret n° 2015-1353 du 26 octobre 2015 définit les modalités d'application de ce dispositif.

Les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) pilotent la démarche d'élaboration des secteurs d'information sur les sols sous l'autorité des préfets. Les divisions territoriales de l'ASN y contribuent en informant les Dreal des sites présentant des pollutions liées à des substances radioactives dont elles ont connaissance. La démarche d'élaboration de ces secteurs d'information est progressive et n'a pas vocation à être exhaustive. À terme, ces sites ont vocation à être inscrits dans les documents d'urbanisme.

Plusieurs inventaires des sites pollués sont disponibles pour le public et sont complémentaires : l'inventaire national de l'Andra, mis à jour tous les 3 ans, qui comprend les sites identifiés comme pollués par des substances radioactives (l'édition de 2018 est

ACTION DE L'ASN CONCERNANT LES DIFFÉRENTS SITES MINIERS D'URANIUM ET SOLS POLLUÉS PAR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE.
Le contrôle des modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers en dehors des sites de production ou des stockages sont de la responsabilité du préfet, sur propositions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

Ainsi, les mines, les stockages de résidus miniers, les modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers dans le domaine public ou la gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives sans responsable solvable ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

L'ASN intervient en appui des services de l'État, à leur demande, en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et du public, ainsi que les filières de gestion des déchets, des résidus et des stériles miniers. De plus, dans le cadre du PNGMDR, l'ASN rend des avis sur les études remises afin, par exemple, d'améliorer les connaissances sur l'évolution de l'impact radiologique à long terme des anciens sites miniers sur le public et l'environnement.

L'ASN peut, à la demande de l'autorité compétente, émettre des avis relatifs à la gestion de ces sites, au regard des enjeux de radioprotection et de gestion des déchets radioactifs.

disponible sur *andra.fr*), ainsi que les bases de données consacrées aux sites et sols pollués du ministère chargé de l'environnement.

L'ASN estime, par ailleurs, que les parties prenantes et les publics concernés doivent être impliqués le plus en amont possible dans la démarche de réhabilitation d'un site pollué par des substances radioactives.

En application du principe « pollueur-payeur » inscrit dans le code de l'environnement, les responsables de la pollution financent les opérations de réhabilitation du site pollué et de l'élimination des déchets qui résultent de ces opérations. En cas de défaillance des responsables, l'Andra assure, au titre de sa mission de service public et sur réquisition publique, la remise en état des sites de pollutions radioactives.

Dans le cas des sites et sols pollués sans responsable connu, l'État assure le financement de leur assainissement, par une subvention publique prévue à l'article L. 542-12-1 du code de l'environnement. La Commission nationale des aides dans le domaine radioactif (CNAR) émet des avis sur l'utilisation de cette subvention, tant sur les priorités d'attribution des fonds que sur les stratégies de traitement des sites pollués et sur les principes de prise en charge aidée des déchets.

Au titre de l'article D. 542-15 du code de l'environnement, la composition de la CNAR est la suivante :
- des « membres de droit », les représentants des ministères chargés de l'environnement et de l'énergie, de l'Andra, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, de l'IRSN, du CEA, de l'ASN et de l'Association des maires de France ;
- des membres mandatés pour quatre ans par les ministres en charge de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (le président de la CNAR, deux représentants d'associations environnementales et un représentant d'un établissement public foncier).

Par arrêté du 21 mars 2019, les membres mandatés ont été nommés à la CNAR. La commission s'est réunie quatre fois en 2021 notamment sur les dossiers relatifs à la reprise d'objets radioactifs détenus par des particuliers, la gestion de sites pollués ou la gestion de terres issus de l'assainissement d'anciens sites historiques, comme le cas des terres de l'usine Bayard.

Lorsque la pollution est due à une installation relevant d'une police spéciale (INB, ICPE ou activité nucléaire relevant du code de la santé publique), la gestion de ces sites relève du même régime de contrôle. Dans le cas contraire, le préfet contrôle les mesures prises en matière de gestion du site pollué.

En ce qui concerne la gestion des sites pollués radioactifs relevant du régime des ICPE et du code de la santé publique, que le responsable soit solvable ou défaillant, le préfet peut s'appuyer sur l'avis de l'inspection des installations classées, de l'ASN et de l'agence régionale de santé pour valider le projet de réhabilitation du site, et encadre la mise en œuvre des mesures de réhabilitation par arrêté préfectoral. Ainsi, l'ASN peut être sollicitée par les services préfectoraux et l'inspection des installations classées pour rendre son avis sur les objectifs d'assainissement d'un site.

ANNEXE

Panorama des installations nucléaires de base
au 31 décembre 2021

Pour assurer le contrôle de l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est dotée d'une organisation territoriale s'appuyant sur onze divisions basées à Bordeaux, Caen, Châlons-en-Champagne, Dijon, Lille, Lyon, Marseille, Nantes, Orléans, Paris et Strasbourg.

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des installations nucléaires de base (INB). La division de Paris intervient dans les régions d'outre-mer et le département de Mayotte et celle de Marseille dans la collectivité de Corse pour le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives.

Est qualifiée d'installation nucléaire de base (INB) une installation qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à un régime spécifique de contrôle défini par le code de l'environnement (titre IX de son livre V). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, exploitation et démantèlement sont réglementés.

Sont des INB :
1. les réacteurs nucléaires ;
2. les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
3. les grandes installations contenant des substances radioactives ou fissiles ;
4. les grands accélérateurs de particules ;
5. les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs.

Sauf pour les réacteurs nucléaires et les éventuels futurs centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs qui sont tous des INB, la section 1 intitulée « Nomenclature des installations nucléaires de base » du chapitre III du titre IX du livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement fixe, pour chaque catégorie, les seuils d'entrée dans le régime des INB.

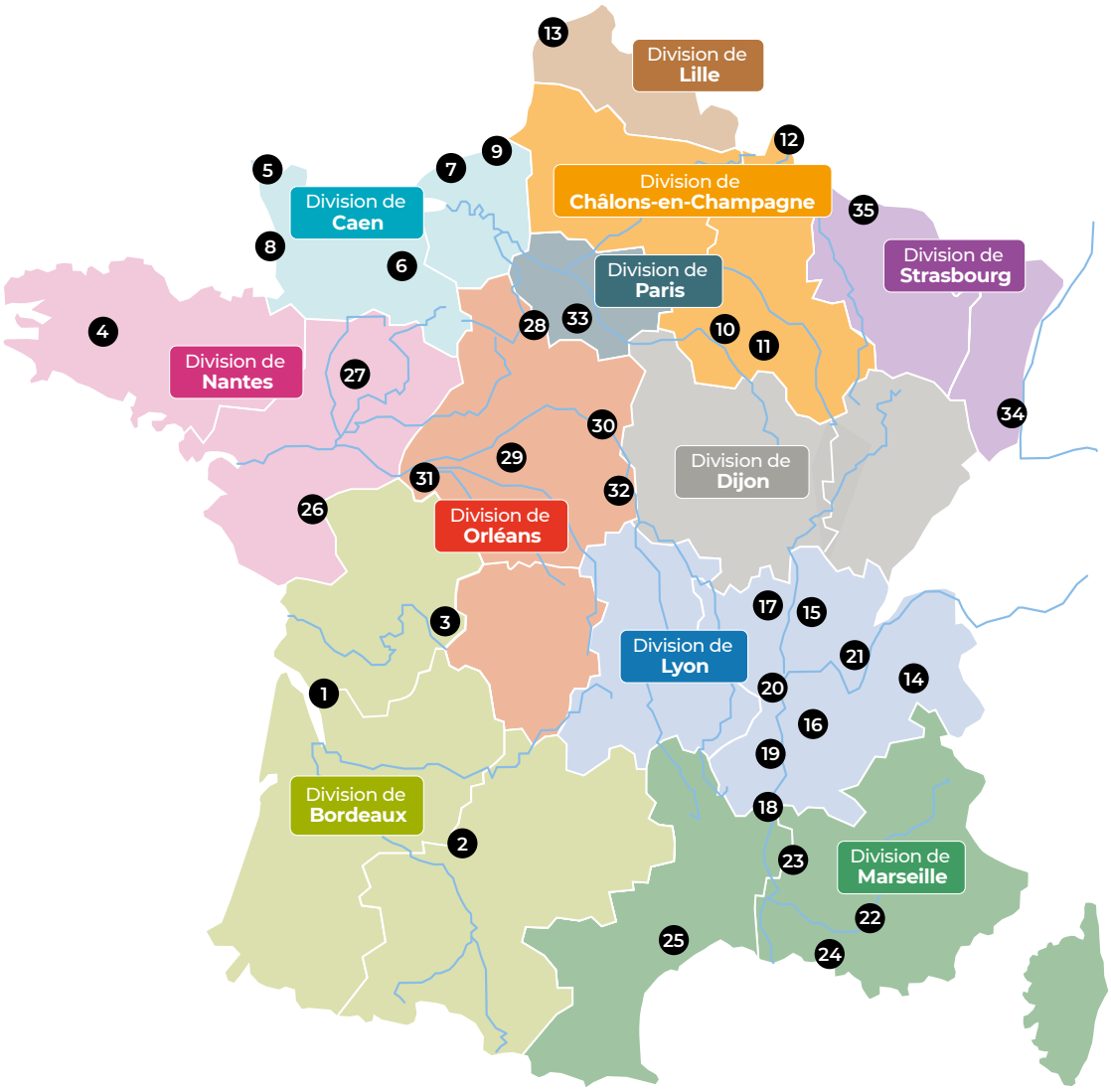
Pour des raisons techniques ou juridiques, le concept d'INB peut recouvrir des réalités physiques différentes : ainsi, sur un centre nucléaire de production d'électricité, chaque réacteur peut être considéré comme une INB particulière, ou bien une même INB peut être constituée de deux réacteurs. De même, une usine du « cycle du combustible » ou un centre du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) peut être constitué de plusieurs INB. Ces différentes configurations ne changent rien aux conditions de contrôle.

Relèvent du régime des INB :
- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par l'ASN.

Au 31 décembre 2021, le nombre d'INB (au sens d'entités juridiques) était de 123.

Les INB déclarées sont celles qui existaient antérieurement à la publication du décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963 relatif aux installations nucléaires et que ni ledit décret ni le code de l'environnement n'ont soumis à autorisation mais à déclaration au titre du bénéfice des droits acquis (voir articles L. 593-35 et L. 593-36 du code de l'environnement).

Les numéros d'INB manquants correspondent à des installations ayant figuré dans des éditions précédentes de la liste, mais ne constituant plus des INB à l'issue de leur déclassement (voir chapitre 13) ou ayant été autorisées comme nouvelles INB (par exemple, en conséquence de la réunion des INB 63 et 98 en une seule INB 63-U, les numéros 63 et 98 ont été retirés de la liste et le numéro 63-U a été créé).



Installations contrôlées par les divisions territoriales de l'ASN

BORDEAUX

1. Blayais
2. Golfech
3. Civaux

CAEN

4. Brennilis
5. La Hague
6. Caen
7. Paluel
8. Flamanville
9. Penly

CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

10. Nogent-sur-Seine
11. Soulaines-Dhuys
12. Chooz

LILLE

13. Gravelines

LYON

14. Grenoble
15. Bugey
16. Romans-sur-Isère
17. Dagneux
18. Tricastin
19. Cruas-Meysse
20. Saint-Alban
21. Creys-Malville

MARSEILLE

22. Cadarache
23. Marcoule
24. Marseille
25. Malvési

NANTES

26. Pouzauges
27. Sablé-sur-Sarthe

ORLÉANS

28. Saclay
29. Saint-Laurent-des-Eaux
30. Dampierre-en-Burly
31. Chinon
32. Belleville-sur-Loire
33. Fontenay-aux-Roses

PARIS

Les INB d'Île-de-France sont contrôlées par la division d'Orléans.

STRASBOURG

34. Fessenheim
35. Cattenom

Types d'installations

Centrales nucléaires · Usines · Installations de recherche · Stockages de déchets · Autres

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2021

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE BORDEAUX				
❶ Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 1 et 2) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	86
❶ Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 3 et 4) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	110
❷ Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 1) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	135
❷ Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 2) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	142
❸ Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 1) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	158
❸ Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 2) BP 1 - 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	159
DIVISION DE CAEN				
❹ Brennilis	MONTS D'ARRÉE (EL4-D) 29530 Loqueffret (Finistère)	EDF	Réacteur	162
❺ La Hague	USINE DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS (UP2-400) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	33
❺ La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STE2) ET ATELIER DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES OXYDE (AT1) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	38
❺ La Hague	ATELIER ELAN IIB 50100 Cherbourg (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	47
❺ La Hague	CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (CSM) 50440 Digulleville (Manche)	Andra	Stockage de substances radioactives	66
❺ La Hague	ATELIER HAUTE ACTIVITÉ OXYDE (HAO) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	80
❺ La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP3-A) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	116
❺ La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP2-800) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	117
❺ La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES ET DES DÉCHETS SOLIDES (STE3) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	118
❻ Caen	GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS (GANIL) 14021 Caen Cedex (Calvados)	G.I.E. GANIL	Accélérateur de particules	113
❼ Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 1) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	103
❼ Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 2) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	104
❼ Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 3) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	114
❼ Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 4) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	115
❽ Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 1) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	108
❽ Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 2) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	109
❽ Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 3 - EPR) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	167
❾ Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 1) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	136
❾ Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 2) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	140
DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE				
❿ Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 1) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	129
❿ Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 2) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	130
⓫ Soulaines-Dhuys	CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE (CSA) 10200 Bar-sur-Aube (Aube)	Andra	Stockage en surface de substances radioactives	149
⓬ Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 1) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	139
⓬ Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 2) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	144
⓬ Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DES ARDENNES (CNA-D) (CHOOZ A) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	163

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE LILLE				
13 **Gravelines**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 1 et 2) **59820 Gravelines (Nord)**	EDF	Réacteurs	96
13 **Gravelines**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 3 et 4) **59820 Gravelines (Nord)**	EDF	Réacteurs	97
13 **Gravelines**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 5 et 6) **59820 Gravelines (Nord)**	EDF	Réacteurs	122
DIVISION DE LYON				
14 **Grenoble**	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STED) **38041 Grenoble Cedex (Isère)**	CEA	Transformation de substances radioactives	36
14 **Grenoble**	RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF) **38041 Grenoble Cedex (Isère)**	Institut Max Von Laue Paul Langevin (ILL)	Réacteur	67
14 **Grenoble**	ENTREPOSAGE DE DÉCROISSANCE (STD) **38041 Grenoble Cedex (Isère)**	CEA	Entreposage de substances radioactives	79
15 **Bugey**	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteur 1) **BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)**	EDF	Réacteur	45
15 **Bugey**	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 2 et 3) **BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)**	EDF	Réacteurs	78
15 **Bugey**	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 4 et 5) **BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)**	EDF	Réacteurs	89
15 **Bugey**	MAGASIN INTERRÉGIONAL DU BUGEY (MIR) **BP 60120 - 01150 Saint-Vulbas (Ain)**	EDF	Entreposage de combustible neuf	102
15 **Bugey**	INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS (ICEDA) **01150 Saint-Vulbas (Ain)**	EDF	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	173
16 **Romans -sur-Isère**	UNITÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES **26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)**	Framatome	Fabrication de combustibles nucléaires	63-U
17 **Dagneux**	INSTALLATION D'IONISATION DE DAGNEUX **Z.I. Les Chartinières - 01120 Dagneux (Ain)**	Ionisos	Utilisation de substances radioactives	68
18 **Tricastin**	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 1 et 2) **26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)**	EDF	Réacteurs	87
18 **Tricastin**	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 3 et 4) **26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)**	EDF	Réacteurs	88
18 **Tricastin**	USINE GEORGES BESSE DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR DIFFUSION GAZEUSE (EURODIF) **26702 Pierrelatte Cedex (Drôme et Vaucluse)**	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	93
18 **Tricastin**	USINE DE PRÉPARATION D'HEXAFLUORURE D'URANIUM (COMURHEX) **26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)**	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	105
18 **Tricastin**	INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT ET DE RÉCUPÉRATION DE L'URANIUM (IARU) **26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)**	Orano Chimie-Enrichissement	Usine	138
18 **Tricastin**	INSTALLATION TU5 et W **BP 16 26700 Pierrelatte (Drôme)**	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	155
18 **Tricastin**	BASE CHAUDE OPÉRATIONNELLE DU TRICASTIN (BCOT) **BP 127 84500 Bollène (Vaucluse)**	EDF	Maintenance nucléaire	157
18 **Tricastin**	USINE GEORGES BESSE II DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR CENTRIFUGATION (GB II) **84500 Bollène, 26702 Pierrelatte Cedex et 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)**	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	168
18 **Tricastin**	AREVA TRICASTIN LABORATOIRES D'ANALYSES (ATLAS) **26700 Pierrelatte (Drôme)**	Orano Chimie-Enrichissement	Laboratoire destiné à l'utilisation de substances radioactives	176
18 **Tricastin**	PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN **26700 Pierrelatte (Drôme)**	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	178
18 **Tricastin**	P35 **26700 Pierrelatte (Drôme)**	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	179
19 **Cruas-Meysse**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 1 et 2) **07350 Cruas (Ardèche)**	EDF	Réacteurs	111
19 **Cruas-Meysse**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 3 et 4) **07350 Cruas (Ardèche)**	EDF	Réacteurs	112
20 **Saint-Alban**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 1) **38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)**	EDF	Réacteur	119
20 **Saint-Alban**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 2) **38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)**	EDF	Réacteur	120
21 **Creys-Malville**	RÉACTEUR SUPERPHÉNIX **38510 Morestel (Isère)**	EDF	Réacteur	91
21 **Creys-Malville**	ATELIER POUR L'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE (APEC) **38510 Creys-Mépieu (Isère)**	EDF	Entreposage de substances radioactives	141

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE MARSEILLE				
22 Cadarache	INSTALLATION DE STOCKAGE PROVISOIRE et INSTALLATION D'ENTREPOSAGE À SEC DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS (PÉGASE-CASCAD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	22
22 Cadarache	CABRI 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	24
22 Cadarache	RAPSODIE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	25
22 Cadarache	ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM (ATPu) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication ou transformation de substances radioactives	32
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES DÉCHETS (STD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-A
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (STE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-B
22 Cadarache	MASURCA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	39
22 Cadarache	ÉOLE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	42
22 Cadarache	ATELIER D'URANIUM ENRICHI (ATUe) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	52
22 Cadarache	MAGASIN CENTRAL DES MATIÈRES FISSILES (MCMF) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Dépôt de substances radioactives	53
22 Cadarache	LABORATOIRE DE PURIFICATION CHIMIQUE (LPC) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	54
22 Cadarache	LABORATOIRE D'EXAMENS DES COMBUSTIBLES ACTIFS (LECA) et STATION DE TRAITEMENT, D'ASSAINISSEMENT ET DE RECONDITIONNEMENT DE COMBUSTIBLES IRRADIÉS (STAR) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Utilisation de substances radioactives	55
22 Cadarache	PARC D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	56
22 Cadarache	PHÉBUS 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	92
22 Cadarache	MINERVE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	95
22 Cadarache	LABORATOIRE D'ÉTUDES DE FABRICATIONS EXPÉRIMENTALES DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES AVANCÉS (LEFCA) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	123
22 Cadarache	CHICADE BP 1 - 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Laboratoire de recherche et développement	156
22 Cadarache	CEDRA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	164
22 Cadarache	MAGENTA 13115 Saint-Paul-lez Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réception et expédition de matières nucléaires	169
22 Cadarache	ATELIER DE GESTION AVANCÉE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (AGATE) 13115 Saint-Paul-lez Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	171
22 Cadarache	RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH) 13115 Saint-Paul-lez Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	172
22 Cadarache	ITER 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	Organisation internationale ITER	Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et deutérium	174
23 Marcoule	PHÉNIX 30205 Bagnols-sur-Cèze Cedex (Gard)	CEA	Réacteur	71
23 Marcoule	ATALANTE 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Laboratoire de recherche et développement et étude de production des actinides	148
23 Marcoule	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (MELOX) BP 2 - 30200 Chusclan (Gard)	Orano Recyclage	Fabrication de substances radioactives	151
23 Marcoule	CENTRACO 30200 Codolet (Gard)	Cyclife France	Traitement de déchets et effluents radioactifs	160
23 Marcoule	GAMMATEC 30200 Chusclan (Gard)	Synergy Health Marseille	Traitement par ionisation de matériaux, produits et matériels, à des fins industrielles et à des fins de recherche et de développement	170
23 Marcoule	DIADEM 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Entreposage de déchets radioactifs solides	177
24 Marseille	INSTALLATION D'IONISATION (GAMMASTER) M.I.N. 712 - 13323 Marseille Cedex 14 (Bouches-du-Rhône)	Synergy Health Marseille	Installation d'ionisation	147
25 Malvési	ENTREPOSAGE CONFINÉ DE RÉSIDUS ISSUS DE LA CONVERSION (ÉCRIN) 11100 Narbonne (Aude)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de substances radioactives	175

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE NANTES				
26 **Pouzauges**	INSTALLATION D'IONISATION DE POUZAUGES **Z.I. de Monlifant 85700 Pouzauges (Vendée)**	Ionisos	Installation d'ionisation	146
27 **Sablé-sur-Sarthe**	INSTALLATION D'IONISATION DE SABLÉ-SUR-SARTHE **Z.I. de l'Aubrée 72300 Sablé-sur-Sarthe (Sarthe)**	Ionisos	Installation d'ionisation	154
DIVISION D'ORLÉANS				
28 **Saclay**	ULYSSE **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Réacteur	18
28 **Saclay**	USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS (UPRA) **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CIS bio international	Fabrication ou transformation de substances radioactives	29
28 **Saclay**	ZONE DE GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES (STELLA) **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Transformation de substances radioactives	35
28 **Saclay**	OSIRIS-ISIS **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Réacteurs	40
28 **Saclay**	LABORATOIRE DE HAUTE ACTIVITÉ (LHA) **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Utilisation de substances radioactives	49
28 **Saclay**	LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI) **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Utilisation de substances radioactives	50
28 **Saclay**	ZONE DE GESTION DE DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES (ZGDS) **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Entreposage et conditionnement de substances radioactives	72
28 **Saclay**	INSTALLATIONS D'IRRADIATION (POSÉIDON) **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Utilisation de substances radioactives	77
28 **Saclay**	ORPHÉE **91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)**	CEA	Réacteur	101
29 **Saint-Laurent-des-Eaux**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs A1 et A2) **41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)**	EDF	Réacteurs	46
29 **Saint-Laurent-des-Eaux**	SILOS D'ENTREPOSAGE DE CHEMISES DE GRAPHITE **41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)**	EDF	Entreposage de substances radioactives	74
29 **Saint-Laurent-des-Eaux**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs B1 et B2) **41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)**	EDF	Réacteurs	100
30 **Dampierre-en-Burly**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 1 et 2) **45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)**	EDF	Réacteurs	84
30 **Dampierre-en-Burly**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 3 et 4) **45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)**	EDF	Réacteurs	85
31 **Chinon**	ATELIER DES MATÉRIAUX IRRADIÉS (AMI) **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Utilisation de substances radioactives	94
31 **Chinon**	MAGASIN INTERRÉGIONAL DE CHINON (MIR) **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Entreposage de combustible neuf	99
31 **Chinon**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B1 et B2) **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Réacteurs	107
31 **Chinon**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B3 et B4) **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Réacteurs	132
31 **Chinon**	CHINON A1 D **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Réacteur	133
31 **Chinon**	CHINON A2 D **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Réacteur	153
31 **Chinon**	CHINON A3 D **37420 Avoine (Indre-et-Loire)**	EDF	Réacteur	161
32 **Belleville-sur-Loire**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 1) **18240 Léré (Cher)**	EDF	Réacteur	127
32 **Belleville-sur-Loire**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 2) **18240 Léré (Cher)**	EDF	Réacteur	128
33 **Fontenay-aux-Roses**	PROCÉDÉ **92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)**	CEA	Installation de recherche	165
33 **Fontenay-aux-Roses**	SUPPORT **92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)**	CEA	Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets	166
DIVISION DE STRASBOURG				
34 **Fessenheim**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM (réacteurs 1 et 2) **68740 Fessenheim (Haut-Rhin)**	EDF	Réacteurs	75
35 **Cattenom**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 1) **57570 Cattenom (Moselle)**	EDF	Réacteur	124
35 **Cattenom**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 2) **57570 Cattenom (Moselle)**	EDF	Réacteur	125
35 **Cattenom**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 3) **57570 Cattenom (Moselle)**	EDF	Réacteur	126
35 **Cattenom**	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 4) **57570 Cattenom (Moselle)**	EDF	Réacteur	137

Crédits photos et infographies

Éditorial du collège : ASN/J. Grison.
Éditorial du directeur général : ASN/J. Grison.
Faits marquants : p. 22 : EDF – S. Jayet – Toma ;
p. 24 : Andra – E. Girardot ; p. 26 : EDF – M. Colin – Toma ;
p. 27-28-29 : ASN – J. Shalev – BRIEF ; p. 28 : Orano – A. Justamon.
Panorama régional : p. 80 : ASN.
Chapitre 1 : p. 100-101 : ASN/Sipa/C. Fouquin ;
p. 105 : *Argonne National Laboratory* ; p. 107-110 : ASN.
Chapitre 2 : p. 120-121 : Assemblée nationale ;
p. 130-131-132-133-135 : ASN.
Chapitre 3 : p. 146-147 : ASN/Sipa/P. Magne.
Chapitre 4 : p. 170-171 : ASN/P. Beuf ; p. 173-181 : ASN.
Chapitre 5 : p. 182-183 : ASN ; p. 185 à 192 : ASN.
Chapitre 6 : p. 194-195 : Belish – stock.adobe.com ;
p. 199 : ASN ; p. 204 : AERB.
Chapitre 7 : p. 206-207 : AP-HP/F. Marin.
Chapitre 8 : p. 236-237 : ASN/Sipa/F. Scheiber ; p. 253-262-263 : ASN.
Chapitre 9 : p. 266-267-283 : ASN/Sipa/C. Creutz.
Chapitre 10 : p. 284-285 : ASN/Sipa/JM. Nossant ;
p. 287-288-292 : ASN ; p. 315 : EDF Flamanville.
Chapitre 11 : p. 318-319-322-323 : ASN.
Chapitre 12 : p. 328-329 : S. Le Couster/CEA ; p. 331 : ASN.
Chapitre 13 : p. 334-335 : ASN/Sipa/P. Magne ; p. 338-339 : ASN.
Chapitre 14 : p. 352-353 : Andra – A. Daste ; p. 362 : Andra ;
p. 365 : ASN.

Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2021

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge
Centre d'information du public
Tél. : 33 (0)1 46 16 41 46 – E-mail : info@asn.fr

Directeur de la publication : Bernard Doroszczuk, Président
Rédactrice en chef : Marie-Christine Bardet
Secrétaire de rédaction : Fabienne Covard
Iconographie : Olivier Javay

ISSN 1967 – 5127

N° imprimeur : 14048-5-2022 – **Dépôt légal :** mai 2022
Conception et réalisation : BRIEF
Impression : Imprimerie Fabrègue

Pour toute demande d'information,
contactez-nous sur



info@asn.fr

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux





AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE

Faire progresser la sûreté
nucléaire et la radioprotection

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge – Tél. : 33 (0)1 46 16 40 00